

Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Teknologi Informasi dan Komunikasi 2012

ISBN : 978-602-99817-1-1

Diterbitkan oleh :

Computer Science Department  
School of Computer Science  
Bina Nusantara University

Jl. KH. Syahdan no. 9 Kemanggisian-Palmerah, Jakarta Barat 11480  
Telp : 021-5345830 ext : 2202, Fax : 021-5300244

Website : <http://socs.binus.ac.id/semantics>  
E-mail : [semantics@binus.edu](mailto:semantics@binus.edu)

Hak Cipta © 2012 ada pada penulis.

Hak Publikasi pada Computer Science Department, School of Computer Science, Bina Nusantara University.

Artikel pada prosiding ini dapat digunakan, dimodifikasi, dan disebarakan secara bebas untuk tujuan bukan komersial dengan syarat tidak menghapus atau mengubah atribut penulis.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dari buku ini dalam bentuk apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit dan penulis.

School of Computer Science Bina Nusantara tidak bertanggung-jawab atas isi tulisan dan opini yang dinyatakan oleh penulis dalam prosiding ini.



## **Komite**

### **Pelindung**

Prof. Dr. Ir. Harjanto Prabowo, MM

### **Penasehat**

Iman H. Kartowisastro, Ph.D

Prof. Bahtiar S. Abbas, Ph.D

### **Penanggung Jawab**

Fredy Purnomo, S.Kom., M.Kom

Head of School of Computer Science

### **Ketua Pelaksana**

Dr. Widodo Budiharto, S.Si., M.Kom

### **Komite Reviewer**

Prof. Dr. Gerardus Polla, M.App.Sc. – Bina Nusantara University

Prof. Bahtiar S. Abbas, Ph.D – Bina Nusantara University

Prof. Dr. Ir. Aniasi Murni Arymurthy, M.Sc – Universitas Indonesia

Dr. Achmad Nizar Hidayanto – Universitas Indonesia

Dr. Sugi Guritman – Institut Pertanian Bogor

Dr. Ir. Djoko Purwanto – Institut Teknologi Surabaya

Dr. Ir. Ari Santoso, DEA – Institut Teknologi Surabaya

Dr. Ford. Lumban Gaol – Bina Nusantara University

Dr. Rinda Hedwig – Bina Nusantara University

Bens Pardamean, PhD – Bina Nusantara University

Dr. Diaz Santika – Bina Nusantara University

Dr. Widodo Budiharto, S.Si., M.Kom – Bina Nusantara University

– Halaman ini dikosongkan –

## **Kata Pengantar**

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga School of Computer Science Bina Nusantara University dapat melaksanakan Seminar Nasional Matematika dan Teknologi Informasi dan Komunikasi 2012 (Semantics 2012).

Perkembangan bidang Matematika dan TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi ) saat ini disadari tidak lepas dari tuntutan perkembangan jaman yang membutuhkan sistem pendukung utama seperti teknologi komputer dan berbagai aplikasi komputer terapan yang bekerja dengan cepat dan akurat. Oleh karena itu, seminar ini merupakan kegiatan rutin ilmiah tahunan yang diharapkan merupakan ajang diseminasi hasil penelitian terkini di bidang Ilmu Komputer, Matematika dan Statistika oleh para akademisi dan praktisi di bidang TIK. Sharing pengetahuan dan hasil riset sangat diperlukan untuk memfasilitasi pertukaran ide dan pengalaman dalam bidang riset yang sesuai.

Kami mengucapkan terima kasih banyak kepada para peserta, pemakalah reviewer yang berdedikasi tinggi dan pihak sponsorship yang turut berpartisipasi dalam acara Semantics 2012. Tak lupa kepada seluruh panitia yang telah bekerja dalam tim dengan solid dan penuh semangat. Sebagai penutup, tidak ada gading yang tak retak, kami mohon maaf sebesar-besarnya atas segala kekurangan dalam menyelenggarakan acara Semantics 2012. Kritik dan saran membangun untuk kegiatan yang akan datang yang direncanakan untuk melaksanakan Seminar Internasional sangat kami harapkan.

Jakarta, 14-Juli-2012  
Organizing Chair Semantics 2012

Dr. Widodo Budiharto, S.Si., M.Kom

– Halaman ini dikosongkan –

## Daftar Isi

<b>Komite</b>	<b>i</b>
<b>Kata Pengantar</b>	<b>iii</b>
<b>Prosiding SEMANTICS 2012</b>	<b>1</b>
<b>Matematika</b>	<b>3</b>
Alexander A S Gunawan, Wikaria Gazali, Benny Senjaya., “Analisis Sistem Identifikasi Sidik Jari Berbasis Minutiae dan Non-Minutiae”	5
Wikaria Gazali, Abraham Salusu., “Mencari Solusi Umum Persamaan Diferensial Biasa dengan Metoda Keseimbangan”	10
Zahedi, Rojali., “Model Penjadwalan Sumber Simultan dengan Batching dan Sequencing dalam Formulasi Tunggal dalam Kriteria Minimasi Waktu Tinggal Aktual”	12
Rojali, Syaeful Karim, Bob Kristiawan., “Aplikasi Algoritma Enkripsi Modifikasi Vigenere Cipher Untuk Mengirim Pesan Teks Terenkripsi Pada Perangkat Mobile Berbasis Android”	17
Siti Komsiyah., “Aplikasi Metode Gaussian Particle Swarm Optimization (Gpso) dan Lagrange Multiplier pada Masalah Economic Dispatch”	23
Ricky Aditya., “Suatu Metode Penjadwalan yang Baik untuk Kompetisi Sepakbola Sistem Round-Robin Format kandang-Tandang beserta bukti Matematisnya”	33
Viska Noviantri., “Bragg Resonance Conditions of Surface Flow Over Wavy Bed”	39
Ashadi Salim., “Analisis Data Seismik Refraksi dengan Metode Generalized-Reciprocal”	43
Mutia Lina Dewi., “Pembelajaran Matematika dengan Bantuan Komputer”	48
Rofah Nur Rachmawati., “Penduga Fungsi Intensitas Proses Poisson Periodik untuk Slope Tidak Diketahui”	51
Vivi Sahfitri., “Perangkat Lunak Ajar Persamaan Non Linier Dengan Metode Newton Raphson”	56
<b>Statistika</b>	<b>61</b>
Rokhana Dwi Bekti., “Prediksi dan Interpolasi Kemiskinan Melalui Ordinary Kriging”	63
Margaretha Ohyver., “Analisis Kandungan Zat Kimia Anorganik pada Proses Filterisasi Air Minum dengan Unbalance One-Way Manova”	69
I G.A. Anom Yudistira., “Pengembangan Model Alih Risiko Berdasarkan Model Pergerakan Harga Aset”	73
Pudji Ismartini, Nur Iriawan, Setiawan, Brodjol Sutijo Supri Ulama., “Komparasi Model Hierarchical Bayesian Berbasis Log-normal Tiga Parameter dan Log-logistik Tiga Parameter untuk Estimasi Pengeluaran Perkapita Rumah Tangga”	82
Margaretha Ari Anggorowati, Nur Iriawan, Suhartono, Hayim Gautama., “Perkembangan Structural Equation Model (SEM) Pada Analisis Technology Acceptance Model (TAM) Pendekatan Bayesian pada Data Sampel Kecil”	86
Andiyono, Rokhana Dwi Bekti, Edy Irwansyah., “Analisis Faktor yang Mempengaruhi Angka Buta Huruf Melalui Geographically Weighted Regression (Studi Kasus : Propinsi Jawa Timur)”	91
Lina Dwi Pertiwi, Arum Anuravega, Alfisyahrina Hapsery, Candra Agus Styewan, Muhammad Mashuri., “Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Indikator Pencapaian Strategi T3 untuk Sekolah Menengah Kejuruan dengan Metode Fuzzy C-Means”	96
<b>Teknik Informatika</b>	<b>105</b>

Mohammad Yazdi., “Implementasi Web-Service pada Sistem Pelayanan Perijinan Terpadu Satu Atap di Pemerintah Kota Palu” . . . . .	107
Afan Galih Salman, Jacky., “Portal Pemesanan Makanan berbasis Android” . . . . .	114
Inge Handriani., “Konsep Organisasi untuk ERP (Enterprise Resource Planning)” . . . . .	123
Widodo Budiharto, Hendry Wibowo, Hansen Darmawan, Jonathan Kurniadi., “Pengembangan Games Edukasi Adaptif Pada Platform BlackBerry Menggunakan Neural Network” . . . . .	129
Muhsin Shodiq, Agustinna Yosanny., “Penerapan Teknologi Push Mobile Untuk Sistem Perekrutan Karyawan Lepas (Freelancer)” . . . . .	134
Derwin Suhartono, Erwin Setiawan, Djon Irwanto., “Pembangunan Mesin Pencari Dokumen Menggunakan Boolean Retrieval Method dan Inverted Files System” . . . . .	138
Alvina Aulia, Muhsin Shodiq., “Sistem Pencarian Lokasi Rumah Sakit di Indonesia Berbasis Sistem Informasi Geografis” . . . . .	146
Andry Chowanda, Yen Lina Prasetio., “Perancangan Game Edukasi Bertemakan Sejarah Indonesia Ken Arok dan Buto Ijo” . . . . .	151
Aditya Kurniawan, Ahmad Hani Mustafa, Cakra Wibi Sasmito, Prineza Andanarie., “Pengembangan Sistem Registrasi Lembaga Kesejahteraan Sosial Anak pada Kementerian Sosial Menggunakan Arsitektur Model View Controller” . . . . .	156
Meiliana, Yen Lina Prasetio, Sebastianus Karuna Alfasan., “Aplikasi E-Meeting Berbasis Web” . . . . .	163
Agustinna Yosanny, Wendy Prawiro., “Pengembangan Aplikasi Game Fruitable Pada Android” . . . . .	168
Michael Yoseph Ricky, William Limy, Erwin Andreas, Christian Hadianoto., “Aplikasi Online Shopping Berbasis Website, Android dan iOS Studi Kasus PT. Moonlay Technologies” . . . . .	175
Bayu Kanigoro, Raymond Mogosurja., “Aplikasi Pemisahan Paket Trafik IIX dan IX dengan Metoda Packet Marking” . . . . .	181
Indra Darimi Mukafaah, Wahyudi Sugianto, Ferdiana, Bambang Widjanarko Otok., “Pengelompokan dan Pemetaan Wilayah Kecamatan Wilayah Kecamatan Untuk Mengatasi Masalah Kemiskinan di Kabupaten Jombang” . . . . .	184
Afan Galih Salman, Stefanie., “Aplikasi Promosi Dan Pencarian Rumah Tinggal Berbasis Android” . . . . .	190
Jurike V. Moniaga, Widodo Budiharto., “Implementasi WSRF untuk Large Integer Factorization pada Aplikasi Grid Computing” . . . . .	197
Hendra Alianto, Santo F.Wijaya., “Memenangkan Persaingan Global Dengan Penerapan System ERP Pada Industri (Studi kasus : Aplikasi ERP Inventory PT. Pan Brothers, Tbk)” . . . . .	201
Santo Fernandi Wijaya, Hendra Alianto., “Memilih SDLC Yang Tepat Dalam Pembuatan Suatu Proyek” . . . . .	206
Isram Rasal, Hery Herawan, Farhat, Haryanto, Dewi Agushinta R., “Studi Pemanfaatan Teknologi Near Field Communication Sebagai Implementasi Ubiquitous Computing di Indonesia” . . . . .	211
Mita Pramihapsari, Messa Prima Kaldera., “Perancangan Labelling pada Dokumen Menggunakan QR Code ” . . . . .	215
Franky Hadinata, Jurike Moniaga, Dario Hitani, Canggih Perdana, Kevin Santoso., “Pengembangan Aplikasi Pengendali Komputer Jarak Jauh “Altermote” Pada Smartphone Berbasis Android” . . . . .	222
Merry Agustina, Sally Puspa Andika., “Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process dalam Menentukan Prestasi Karyawan (STUDI KASUS : PT SAK)” . . . . .	227
Djunaidy Santoso, Leonard Goeiranto., “Model Pengenalan Wajah dengan Principal Component Analysis” . . . . .	234
A Haris Rangkuti, Andri V, Rudi Wijaya, Ardiansyah W., “Analisis Monitoring 4 Tanda Vital Pasien Rawat Inap Berbasis Fuzzy Kontrol” . . . . .	237
A Haris Rangkuti, Sablin Yusuf., “Analisis Temu Kembali Citra Berdasarkan Kemiripan Ciri dengan Algoritma Fagin dan Threshold menggunakan Fungsi Fuzzy” . . . . .	242
Elidjen., “A Review of From CRM to CEM Customer Engangement as Innovation Co-Creator” . . . . .	249
Rudy, Eka Miranda, Eli Suryani., “Model Informasi untuk Pembangunan Model Data Warehouse dan Perangkat Analitik Perguruan Tinggi” . . . . .	257

---

Afriyudi, M. Akbar., “Aplikasi Absensi Perkuliahan Menggunakan File Spreadsheet Sebagai Media Penyimpanan Di Platform Android” . . . . .	263
Nilo Legowo, Dika Farza Anugrah, Ady Saputra, Jimmy Richard TD., “Perancangan Aplikasi Pembuatan web Generator Pada Bidang E-Commerce” . . . . .	269
Syaeful Karim., “Kajian Pengembangan dan Pengukuran E-Development Berbasis Free Open Source Software” . . . . .	275
Tanty Oktavia., “Perancangan Model Basis Data dalam Mendukung Sistem Operasional pada perusahaan Jasa Konstruksi” . . . . .	283
Yen Lina Prasetyo, Rudi Susanto, Rico Hadiyanto, Freddy Wijaya., “Pengembangan Aplikasi Noteshar- ing Berbasiskan Multi-User di Tablet Android” . . . . .	290
Hadi Syafruddin Harahap, Husni Teja Sukmana., “Pengaruh Penggunaan TLS Session Resumption Pada Authentication Delay Di Jaringan Wireless LAN” . . . . .	295
Muhammad Yamin Aji Negara, Nyimas Sopiah, “Aplikasi Trayek Angkutan Menggunakan Metode Content Management System (CMS)” . . . . .	301
Subandijo., “Kombinator-Y Untuk Melakukan Memoizing Fungsi Rekursif ” . . . . .	305
Sartika Kurniali., “Penerapan Strategi Bisnis Internet untuk Menciptakan Pengalaman Wow di Zap- pos.Com” . . . . .	311

– Halaman ini dikosongkan –

**Prosiding SEMANTICS 2012**

– Halaman ini dikosongkan –

## **Matematika**

– Halaman ini dikosongkan –

# Analisis Sistem Identifikasi Sidik Jari Berbasis Minutiae dan Non-Minutiae

Alexander A S Gunawan  
Jurusan Matematika  
School of Computer Science  
Binus University, Jakarta, 11480  
aagung@binus.edu

Wikaria Gazali  
Jurusan Matematika  
School of Computer Science  
Binus University, Jakarta, 11480  
wikaria@binus.edu

Benny Senjaya  
Jurusan Teknik Industri  
Faculty of Engineering  
Binus University, Jakarta, 11480  
bsenjaya@gmail.com

**Abstract**— Fingerprints are one of the unique physiological characteristics of human beings. Fingerprints as biometric modality proved accurate, safe, and not complicated in the recognition process when compared with other modalities. This research is a comparison study of the non-minutiae based to minutiae based fingerprint recognition software. As representation of non-minutiae based is self-developed software using wavelet methods and back propagation. Furthermore representation of minutiae-based is proprietary software called VeriFinger. The performance analysis considered in this research is their accuracy and processing time. The common problems faced in the fingerprint recognition are the quality of fingerprint image. The experiment was conducted using 750 fingerprint images with various qualities, and then there are 16 fingerprint images that do not pass VeriFinger threshold criteria. The accuracy of non-minutiae based software is 94.96%, while the minutiae based software is 98.37%. Average processing time of non-minutiae based software is 572 ms, and the minutiae based software is 374 ms. From the experiment, it can be concluded that the proprietary minutiae-based software VeriFinger is more accurate than the self based non-minutiae software. The reasoning of this conclusion come from the fact that minutiae based can extract the local characteristic patterns. But its faster in processing time cannot be judged well due to the VeriFinger code already have been optimized.

**Keywords:** Pattern Recognition, Fingerprint, Non-Minutiae, Wavelet Transform, Minutiae, VeriFinger

## I. PENDAHULUAN

Sidik jari merupakan salah satu karakteristik fisiologis manusia yang unik. Hal ini menyebabkan sidik jari menjadi obyek yang umum diteliti dalam perkembangan teknologi biometrik. Sidik jari terbukti akurat, aman, dan tidak rumit dalam proses identifikasinya bila dibandingkan dengan sistem biometrik lainnya seperti wajah, iris mata, dan suara. Secara garis besar, terdapat dua metode untuk mengenali sidik jari ini, yaitu metode berdasarkan minutiae dan metode yang tidak berdasarkan minutiae (non-minutiae) Yang dimaksud minutiae ini adalah pola yang unik dari garis-garis dan spasi yang terdapat pada sidik jari. Garis-garis ini dinamakan ridge sedangkan spasi di antara dua garis dinamakan valley. Pendekatan minutiae ini menggunakan ciri-ciri khusus tersebut untuk identifikasi sidik jari [4].

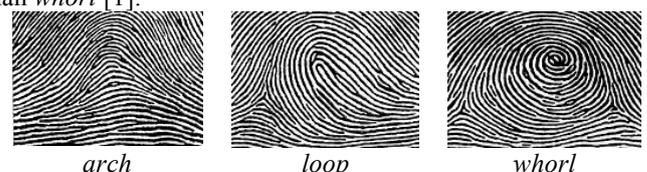
Pada penelitian ini, dibangun sistem identifikasi sidik jari berdasarkan pendekatan non-minutiae. Pendekatan ini menggunakan fitur selain minutiae dari pola ridge dan valley pada sidik jari. Dalam sistem yang dibangun digunakan transformasi Wavelet untuk mengekstraksi fitur unik yang dimiliki oleh sidik jari. Setelah itu, fitur unik ini akan menjadi input bagi jaringan syaraf tiruan jenis Backpropagation, yang berguna untuk melakukan klasifikasi sidik jari tersebut. Selanjutnya, unjuk kerja dari sistem identifikasi yang dibangun ini dibandingkan dengan untuk kerja perangkat lunak paten yaitu Verifinger yang dibuat oleh Neurotechnology [9].

## II. SIDIK JARI

Menurut Ashbaugh (1999), sidik jari (*fingerprint*) adalah hasil reproduksi tapak jari baik yang sengaja diambil, dicapkan dengan tinta, maupun bekas yang ditinggalkan pada benda karena pernah tersentuh kulit telapak tangan atau kaki. Kulit telapak adalah kulit pada bagian telapak tangan mulai dari pangkal pergelangan sampai semua ujung jari, dan kulit bagian dari telapak kaki mulai dari tumit sampai ke ujung jari yang mana pada daerah tersebut terdapat garis halus menonjol yang keluar satu sama lain yang dipisahkan oleh celah atau alur yang membentuk struktur tertentu. Sidik jari setiap orang mempunyai perbedaan bahkan pada orang kembar sekalipun [6]. Hal ini membuat sidik jari tepat digunakan dalam teknologi biometrik. Keunggulan lainnya dari sidik jari adalah kepraktisannya dan ketahanannya.

## III. PENDEKATAN MINUTIAE

Suatu pola sidik jari normal terdiri dari garis-garis dan spasi. Garis-garis ini dinamakan *ridge* sedangkan spasi di antara dua garis dinamakan *valley*. Secara global, garis dan spasi ini menghasilkan beberapa pola unik yang dinamakan singularitas, yang diklasifikasikan menjadi 3 tipe: *arch*, *loop*, dan *whorl* [1].



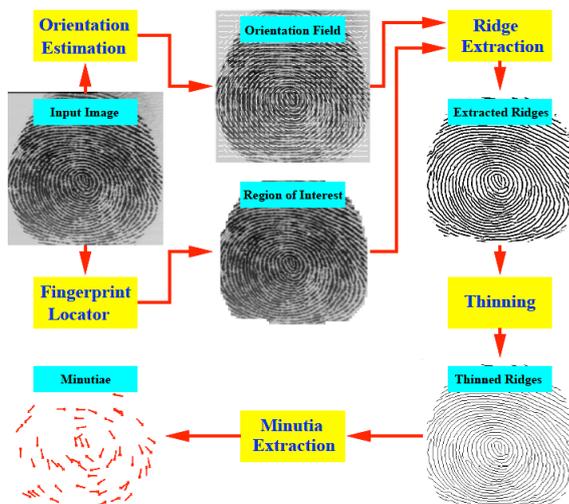
Gambar 1. Fingerprint Patterns Classes

Dalam pendekatan *minutiae* ini digunakan fitur khusus untuk identifikasi sidik jari. Fitur *minutiae* ini terdiri dari *ending*, *core*, dan *bifurcation*. *Ending* adalah bagian ujung dari sebuah ridge, *bifurcation* adalah bagian percabangan dari ridge, sementara *core* adalah titik pusat dari sidik jari [8].



Gambar 2. Minutiae

Pada gambar 3 dijabarkan *flowchart* keseluruhan algoritma yang biasanya digunakan pada pendekatan *minutiae*. Secara garis besar, terdiri dari 3 komponen, yaitu *orientation field estimation*, *ridge extraction*, *minutiae extraction* dan *postprocessing* [5]. *Orientation field estimation* dari sebuah citra sidik jari mengekstraksi keadaan intrinsik alami dari sidik jari dengan menghitung gradien arahnya. *Ridge extraction*, tahap ini berguna untuk mendeteksi ridge. Kumpulan piksel dapat diidentifikasi sebagai ridge, dengan cara menguji nilai *gray level* dari piksel lebih besar dari nilai *threshold*. *Minutiae extraction* adalah tahap selanjutnya ketika *thinned ridge map* telah dilakukan. Pada tahap ini didapat fitur *minutiae* yang terdiri dari *ending*, *core*, dan *bifurcation*.



Gambar 3. Flowchart Minutiae Extraction

#### IV. PENDEKATAN NON-MINUTIAE

Pendekatan *non-minutiae* menggunakan fitur selain karakteristik *minutiae*. Fitur yang digunakan dalam pendekatan *non-minutiae* sangat tergantung pada metode untuk mengekstrak informasinya. Pendekatan ini juga dapat mengekstrak informasi yang tidak kelihatan secara visual, selain itu kelebihan yang lain adalah tidak perlu dilakukan proses yang panjang (*Orientation Estimation*, *Ridge Extraction*, *Thinning*) seperti pendekatan *minutiae* dalam

mendapatkan fitur yang dibutuhkan. Sehingga secara teoritis, pendekatan *minutiae* yang membutuhkan banyak teknik *preprocessing* membutuhkan rata-rata waktu pemrosesan yang lebih lama daripada pendekatan *non-minutiae* [7].

Pada penelitian ini digunakan transformasi wavelet untuk mengekstrak fitur sidik jarinya dan selanjutnya digunakan jaringan syaraf tiruan jenis *Backpropagation*, untuk melakukan klasifikasi sidik jari tersebut. Secara khusus perangkat lunak berbasis pendekatan *non-minutiae* didasarkan pada algoritma transformasi wavelet Haar diskrit untuk mengekstraksi ciri-ciri khusus.

Transformasi wavelet merupakan metode yang biasa digunakan untuk menyajikan data, fungsi atau operator ke dalam komponen-komponen frekuensi yang berlainan, dan kemudian mengkaji setiap komponen dengan suatu resolusi yang sesuai dengan skalanya. Transformasi wavelet mempunyai kemampuan membawa keluar ciri-ciri atau karakteristik khusus dari citra yang diteliti. Wavelet sebenarnya merupakan sebuah basis. Basis wavelet berasal dari sebuah fungsi penskalaan atau disebut juga sebuah *scaling function*. *Scaling function* memiliki sifat yaitu dapat disusun dari sejumlah salinan dirinya yang telah didilasikan dan ditranslasikan. Persamaan *scaling function* adalah :

$$\phi(x) = \sum c_k \phi(2x - k) \quad (1)$$

Dari persamaan *scaling function* ini dapat dibentuk persamaan wavelet yang pertama (*mother wavelet*), sebagai berikut:

$$\varphi^0(x) = \sum_k (-1)^k c_{1-k} \phi(2x - k) \quad (2)$$

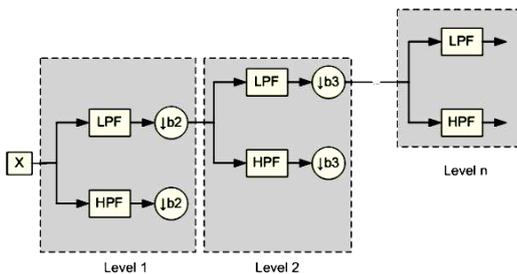
Dari *mother wavelet* ini kemudian dapat dibentuk wavelet-wavelet berikutnya ( $\psi_1, \psi_2$  dan seterusnya) dengan cara mendilasikan (memampatkan atau meregangkan) dan mentranslasikan (menggeser) *mother wavelet*. *Scaling function* yang dapat membentuk wavelet bermacam-macam jenisnya. Wavelet Haar memiliki *scaling function* dengan koefisien  $c_0 = c_1 = 1$ . Wavelet Haar merentang ruang vektor 4 dimensi dengan vektor-vektor basis sebagai berikut:

$$\mathbf{h}_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \mathbf{h}_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}, \mathbf{h}_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \mathbf{h}_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Selanjutnya sembarang vektor dapat direpresentasikan sebagai kombinasi linier dari basis wavelet Haar di atas, sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = a \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + b \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix} + c \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + d \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

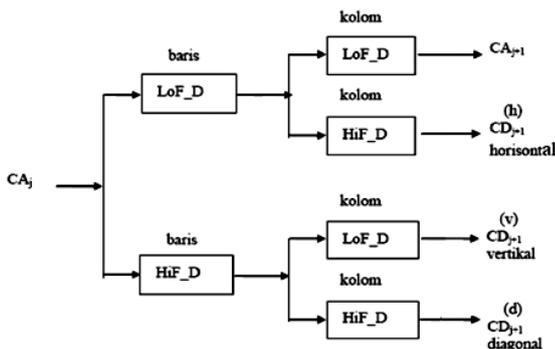
Untuk mencari nilai  $a, b, c$  dan  $d$  dalam persamaan di atas dapat digunakan algoritma piramida Mallat [3]. Proses algoritma ini terdiri dari operasi *averaging* (matriks *lowpass L*) dan *differencing* (matriks *highpass H*) yang dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Wavelet Diskrit Satu Dimensi

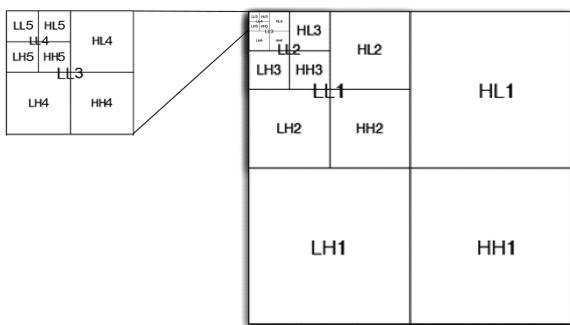
### V. TRANSFORMASI WAVELET DUA DIMENSI

Suatu citra dapat dianggap sebagai suatu matriks dua dimensi. Sehingga transformasi wavelet dapat dilakukan terhadap baris-baris pada citra, dan dilanjutkan dengan transformasi terhadap kolom-kolom pada citra, seperti pada gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Algoritma Wavelet Dua Dimensi

Proses dekomposisi dari transformasi wavelet untuk citra dua dimensi dapat dijelaskan pada gambar 6 berikut ini:



Gambar 6. Dekomposisi Citra Dua Dimensi

### VI. PERANGKAT LUNAK METODE WAVELET DAN BACKPROPAGATION

Perangkat lunak pendeteksian sidik jari dengan metode wavelet dan backpropagation ini terdiri dari dua modul utama yaitu:

1. Modul *Training*
2. Modul *Recognition*

Dalam modul *Training*, tercakup modul database yang digunakan untuk menyimpan semua citra sidik jari yang akan dilatih. Citra sidik jari diambil dari *Biometric Ideal Test*. Dalam dataset ini terdapat 20,000 gambar sidik jari manusia dari 500 subyek yang telah diambil dengan menggunakan alat *U Are U 4000 fingerprint sensor* [10].

Tetapi yang akan digunakan dalam penelitian ini hanya 750 gambar sidik jari, di mana setiap orang diambil lima kali gambar sidik jarinya. Citra sidik jari tersebut berukuran 328 x 356 dan merupakan file citra bertipe \*.bmp. Setiap dari gambar sidik jari akan dipasangkan dengan data diri, sehingga pada nantinya akan terdapat 150 data diri orang. Dari 5 citra sidik jari perorang akan diambil 3 data citra untuk *training* sehingga keseluruhan digunakan 450 data citra untuk *training*. Sedangkan untuk *testing* akan digunakan semua data citra yang ada.

Tahap pertama pada modul *training* adalah pemrosesan citra. Tahap ini adalah tahap untuk memperbaiki kualitas dari suatu citra digital dan mengubah ukuran citra menjadi 128 x 128 piksel. Tahap selanjutnya adalah ekstraksi ciri dengan metode dekomposisi Wavelet Haar. Dalam penelitian ini digunakan dekomposisi lima level sehingga akan dihasilkan citra dengan ukuran 4 x 4 piksel. Jadi hasil dari proses ekstraksi ciri pada citra berukuran 128 x 128 piksel ini adalah citra aproksimasi dengan ukuran 4 x 4 piksel. Kemudian setiap piksel ini akan diambil nilainya, dan dijadikan input layer dari jaringan syaraf tiruan. Sehingga total masukan (*input*) untuk jaringan syaraf tiruan adalah 16 buah.

Setelah semua data hasil dari ekstraksi citra didapat. Maka semua nilai akan dilatih dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Jaringan syaraf tiruan ini dibangun dengan input sebanyak 16 buah, dan output sebanyak 8 buah. Selain itu, jaringan syaraf tiruan ini juga menggunakan satu lapisan tersembunyi yang jumlahnya adalah 10 buah. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi sigmoid. Pada proses *training* ini, jumlah epoch atau perulangan maksimum ditentukan sebanyak 10000 kali.

Pada modul *Recognition*, akan dilakukan identifikasi sidik jari dengan mencocokkan input gambar dengan hasil *training*. Dari *input* yang dimasukkan, akan diperoleh nilai *output* yang akan dicocokkan dengan basis data sidik jari. Output yang diperoleh ini akan menjadi *primary key* pada basis data, sehingga setiap output akan menunjuk satu identitas, yaitu pemilik dari sidik jari tersebut.

Pada modul *recognition* ini, ditambahkan juga penghitungan *error rate*. *Error Rate* akan menampilkan *False Non-Match Rate* dan *False Match Rate* dari kumpulan data yang ada. Jika terjadi identifikasi yang salah maka akan tertulis *False Match* dan jika suatu citra tidak dapat teridentifikasi maka terjadi *False Non Match*. Data *False*

Match dan False Non Match akan dimasukkan ke dalam file bertipe \*.csv, yang dapat dibuka pada Microsoft Excel. Gambar 7 berikut ini adalah tampilan dari modul *recognition*:



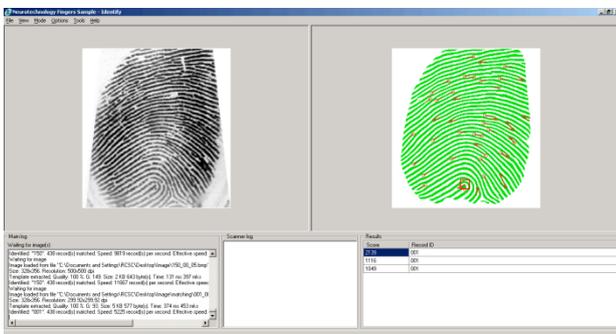
Gambar 7. Hasil *Recognize*

### VII. PERANGKAT LUNAK VERIFINGER

Perangkat lunak Verifinger merupakan perangkat lunak paten yang dibuat oleh Neurotechnology. Algoritma Verifinger mengikuti algoritma identifikasi sidik jari yang diterima secara umum, yaitu dengan pendekatan *minutiae* dan dilengkapi algoritma lain untuk meningkatkan kinerja dan keandalan sistem. Berikut beberapa penjelasan dari perangkat lunak Verifinger [9] :

1. Keandalan yang tinggi dalam menghadapi deformasi sidik jari.
2. Toleransi terhadap sidik jari, rotasi, dan deformasi
3. Identifikasi yang cepat dengan menggunakan *pre-sorted database entries*
4. Penentuan kualitas gambar (hanya kualitas terbaik yang disimpan ke dalam database).
5. *Adaptive image filtration* (menghilangkan *noise*, *ridge* yang rusak untuk ekstraksi *minutiae* yang baik)
6. Fitur modus generalisasi (modus pendaftaran sidik jari dari satu himpunan sidik jari yang sama)

Gambar 8 berikut ini adalah tampilan dari perangkat lunak Verifinger:



Gambar 8. Tampilan Identifikasi Verifinger

### VIII. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase keakuratan identifikasi sidik jari kedua perangkat lunak akan dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ keakuratan} = \frac{\text{jumlah sidik jari yang terdeteksi}}{\text{jumlah sidik jari yang diuji}} \times 100\%$$

Dari percobaan 750 citra sidik jari yang diujicobakan, perangkat lunak dengan metode wavelet dan backpropagation dapat mengenali 94.8 % dengan nilai *False Match Rate* (FMR) sebesar 0.67 % yaitu 5 citra salah diidentifikasi, sedangkan nilai *False Non Match Rate* (FNMR) sebesar 4.53 % yaitu 34 citra tidak dapat diidentifikasi. Perangkat lunak Verifinger dapat mengenali 98.37 % dari 734 citra sidik jari dengan nilai *False Match Rate* (FMR) sebesar 0.54 % yaitu 4 citra salah diidentifikasi, sedangkan nilai *False Non Match Rate* (FNMR) sebesar 1.08 % yaitu 8 citra tidak dapat dikenali. Pada perangkat lunak Verifinger diujicobakan 750 data tetapi terdapat 16 citra sidik jari yang tidak memasuki kriteria atau tidak memenuhi standar dari perangkat lunak Verifinger tersebut sehingga tidak dapat digunakan. Perangkat lunak Verifinger mempunyai batasan kriteria ini agar penyimpanan data pada Verifinger hanya mempelajari dari suatu citra sidik jari yang baik.

Dari segi waktu proses, rata-rata waktu proses identifikasi pada perangkat lunak metode wavelet dan backpropagation adalah 572 ms, sedangkan rata-rata waktu proses identifikasi pada perangkat lunak Verifinger adalah 374 ms. Uji coba kedua perangkat lunak menggunakan komputer yang sama yaitu Intel Core i3 3.07 GHz, 3.00 GB RAM, Windows XP Service Pack 2. Tabel 1 di bawah ini meringkas hasil-hasil yang diuraikan di atas.

Tabel 1 Hasil Pengujian *Performance* dan Waktu Proses

Data	Wavelet dan Backpropagation		Verifinger
	750 citra	734 citra	734 citra
FNMR	4.53 %	4.36 %	1.08 %
FMR	0.67 %	0.68 %	0.54 %
Keakuratan Hasil	94.8 %	94.96 %	98.37 %
Rata-rata waktu proses	572 ms		374 ms

### IX. KESIMPULAN

Dari hasil uji coba 750 citra sidik jari kedua perangkat lunak, dapat disimpulkan bahwa perangkat lunak berbasis *minutiae* yang diwakili oleh Verifinger lebih akurat dalam identifikasi sidik jari dibandingkan perangkat lunak berbasis *non-minutiae* yang diwakili oleh perangkat lunak dengan metode wavelet dan backpropagation. Hasil ini sesuai dengan literatur [1]

bahwa pendekatan *minutiae* mempunyai tingkat keakuratan lebih tinggi dikarenakan lebih mampu mengekstraksi, menganalisa dan memilah ciri-ciri khusus dari sidik jari.

Sedangkan dari segi rata-rata waktu proses, Verifinger lebih cepat dalam identifikasi sidik jari dibandingkan perangkat lunak dengan metode wavelet dan backpropagation. Hasil ini berlawanan dengan literatur [7]. Hal ini disebabkan karena *code* pada Verifinger sudah dioptimasi. Sedangkan *code* dari perangkat lunak yang dibuat sendiri dengan metode wavelet dan backpropagation belum dioptimasi. Sehingga pada prinsipnya waktu proses keduanya tidak bisa dibandingkan begitu saja.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alonso, F., Fernandez, Bigun, J., Fierrez, J., Fronthaler, H., Kollreider, K., "Fingerprint Recognition", 2009.
- [2] Ashbaugh, DR., "Quantitative-Qualitative Friction Ridge Analysis: An Introduction to Basic and Advanced Ridgeology", CRC Press, 1999.
- [3] Edwards, T., "Discrete Wavelet Transforms: Theory and Implementation", Stanford University, 1991.
- [4] Gazali, W. dan Gunawan, A.A.S., "Analisis dan Pembuatan Sistem Pengenalan Sidik Jari Berbasis Komputer di Polda Metro Jaya", Proceeding Seminar Nasional Matematika 2011, Unpar – Bandung, 2011.
- [5] Jain, A., Hong, L., Pankanti, S., Bolle, R., "An Identity Authentication System Using Fingerprints", Department of Computer Science Michigan State University, 1997.
- [6] Maltoni, D., Maio, D., Jain, A.K., dan Prabhakar, S., "Handbook of Fingerprint Recognition", Springer, New York, 2003.
- [7] Shashi, K., Raja, K.B., Chhotaray, R.K., Sabyasachi, P., "DWT Based Fingerprint Recognition using Non Minutiae Features", IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 8, Issue 2, March 2011.
- [8] Thornton, J., Latent Fingerprints, Setting Standards In The Comparison and Identification, 84th Annual Training Conference of the California State Division of IAI, 2000.
- [9] <http://www.neurotechnology.com/verifinger.html>
- [10] <http://biometrics.idealtest.org/>

# Mencari Solusi Umum Persamaan Diferensial Biasa dengan Metode Keseimbangan

Wikaria Gazali

Jurusan Matematika, School of Computer Science  
 Universitas Bina Nusantara  
 Jakarta, Indonesia  
 wikaria@binus.edu

Abraham Salusu

Jurusan Matematika, School of Computer Science  
 Universitas Bina Nusantara  
 Jakarta, Indonesia  
 abraham\_salusu@yahoo.com

**Abstract—**Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan metode baru dalam mencari solusi umum untuk Persamaan Diferensial Biasa. Sampai sekarang, metode dalam mencari solusi umum dari Persamaan Diferensial Biasa tidak berubah secara signifikan dalam literatur. Dalam pembicaraan ini, diusulkan metode baru yang disebut Metode Keseimbangan, di mana jumlah bagian-bagiannya di sebelah kiri harus sama dengan bagian di sebelah kanan.

**Keywords-** solusi umum, Persamaan Diferensial Biasa, Metode Keseimbangan

## I. PENDAHULUAN

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan metode baru dalam mencari solusi umum untuk Persamaan Diferensial Biasa. Sampai sekarang, metode dalam mencari solusi umum dari Persamaan Diferensial Biasa tidak berubah secara signifikan dalam literatur. Dalam pembicaraan ini, diusulkan metode baru yang disebut Metode Keseimbangan, di mana jumlah bagian-bagiannya di sebelah kiri harus sama dengan bagian di sebelah kanan.

## II. METODE

### A. Deret

Pada dasarnya hasil yang diperoleh dari Solusi Partikular (Solusi Khusus) dan Solusi Umum Persamaan Diferensial Biasa yang menggunakan metode Keseimbangan merupakan Deret, yaitu Deret Mac Laurin dan di antaranya Deret Binomial (Gazali, 2007).

Di mana Deret Mac Laurin :

$$f(x) = f(0) + \frac{f'(0)}{1!}x + \frac{f''(0)}{2!}x^2 + \frac{f'''(0)}{3!}x^3 + \frac{f^{(4)}(0)}{4!}x^4 + \dots$$

Dan Deret Binomial :

$$(1+x)^\alpha = 1 + \frac{\alpha}{1!}x + \frac{\alpha(\alpha-1)}{2!}x^2 + \frac{\alpha(\alpha-1)(\alpha-2)}{3!}x^3 + \dots$$

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengilustrasikan metode ini, mari diperhatikan contoh berikut dalam menemukan solusi umum dari :

Cari Solusi Umum dari PD :

$$\frac{dy}{dx} + y = x^3$$

Pertama kali cari solusi khusus dari PD :

$$\frac{dy}{dx} + y = x^3$$

$$y' = 0 \quad \text{dan} \quad y = x^3$$

$y'$	$y$
0	$x^3$
$3x^2$	$-3x^2$
$-6x$	$6x$
6	-6

Solusi khusus PD :  $y = x^3 - 3x^2 + 6x - 6$

Untuk persamaan komplementer  $\frac{dy}{dx} + y = 0$  diubah menjadi :

$$\frac{dy}{dx} = -y \quad \dots (1), \quad \text{dan} \quad y = -x \quad \dots (2)$$

Kasus (1),  $\frac{dy}{dx} = -y$       Kasus (2),  $y = -x$

(1)	(2)	(1)	(2)
dy/dx	y	dy/dx	y
x	$\frac{1}{2}x^2$	-1	-x
$-\frac{1}{2}x^2$	$-\frac{1}{6}x^3$	0	1
$\frac{1}{6}x^3$	$\frac{1}{24}x^4$		
$-\frac{1}{24}x^4$	$-\frac{1}{120}x^5$		
	dst		

Hitung  $y$  pada kolom 2 dan 5 dijumlah diperoleh :

$$y_1 = \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{6}x^3 + \frac{1}{24}x^4 - \frac{1}{120}x^5 \dots$$

Untuk kasus (2) :

$$y_2 = 1 - x$$

Sehingga penyelesaian dari persamaan :  $y = y_1 + y_2$

$$y = 1 - x + \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{6}x^3 + \frac{1}{24}x^4 - \frac{1}{120}x^5 \dots$$

Bentuk ini adalah perderetan dari fungsi

$$f(x) = e^{-x} = 1 - x + \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{6}x^3 + \frac{1}{24}x^4 - \frac{1}{120}x^5 + O(x^6)$$

Solusi Umum PD dari  $\frac{dy}{dx} + y = x^3$

$$y = x^3 - 3x^2 + 6x - 6 + C e^{-x}$$

#### IV. KESIMPULAN

Dengan Metode Keseimbangan dapat menentukan solusi umum dari Persamaan Diferensial Biasa, yang pada dasarnya merupakan Deret, yaitu Deret Mac Laurin dan di antaranya Deret Binomial.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, yang telah mendanai Penelitian Fundamental ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gazali, W., 2007, Kalkulus Edisi 2, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
- [2] Gazali, W., 2007, Kalkulus Lanjut Edisi 2, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
- [3] Salusu, A., 2008, Metode Numerik, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4] Sellappa, S and S. Chatterjee. Cache-Efficient Multigrid Algorithms. International Journal of High Performance Computing Applications, 18(1):115-133.

# Model Penjadwalan Sumber Simultan dengan Batching dan Sequencing dalam Formulasi Tunggal dalam Kriteria Minimasi Waktu Tinggal Aktual

Zahedi, Rojali

Department Matematika, School of Computer Science  
Binus University, Jakarta  
zahedizahedi@binus.ac.id

**Abstract:**— The most of scheduling models on machines only take into account the availability of time on the machine. In many cases, a job require a machine, certain tools and expert person with special skills. This study will design a model and solution algorithm for simultaneous resource scheduling problem by total actual flow time criteria. It will be given hypothetical examples and sensitivity analysis for model parameters.  
**Keywords:** *scheduling, model, simultaneous resources, actual flow times*

## I. PENDAHULUAN

Dalam banyak kasus, suatu pekerjaan harus menggunakan mesin, alat-alat tertentu dan orang dengan keahlian khusus. Banyak penelitian mengenai penjadwalan produksi hanya memperhatikan aspek ketersediaan waktu pada mesin, baik penjadwalan job maupun batch. Pada penjadwalan job diantaranya Olafson dan Shi [1][2][3]. Dalam penelitian tersebut permasalahan yang dibahas adalah penjadwalan pengerjaan job dengan waktu pemrosesan job diketahui, namun tidak memperhatikan alat-alat lain yang dibutuhkan untuk pemrosesan tersebut. Pada penjadwalan batch diantaranya Dobson et.al.[4] yang menggunakan kriteria minimasi total flow time (waktu tinggal total) seluruh part. Dalam model yang dikembangkan, persoalan penjadwalan dapat dijelaskan sebagai berikut: misalkan ada sejumlah part, yang seluruhnya datang pada lini produksi pada waktu nol (time zero) dan akan diproses pada sebuah mesin, dengan waktu pemrosesan setiap part pada mesin diketahui. Batch yang selesai diproses diasumsikan dikirim pada saat yang sama dengan waktu selesai proses (completion time). Persoalan yang muncul adalah penentuan jumlah batch dan ukuran batch (batching) dan urutan pemrosesan dari batch (sequencing). Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan maju (forward). Disamping

Dobson et.al. [1987,1989], penelitian lain yang mengembangkan penjadwalan batch adalah Halim et.al.[5] yang menambahkan kendala bahwa seluruh part harus selesai pada saat due date (tidak diizinkan ada part yang terlambat (tardy)). Pengembangan lain yang dilakukan adalah bahwa part yang akan diproses tidak perlu tiba di lini produksi secara bersamaan pada waktu nol, tetapi bisa tiba saat diperlukan, sehingga sangat adaptif dengan konsep sistem produksi Just In Time (JIT). Dalam pemecahan masalah tersebut, Halim et.al. [1998] menggunakan kriteria minimasi waktu tinggal aktual total (total actual flow times) dengan pendekatan mundur (backward). Dobson et.al. [1989a], Magazín dan Santos [1986] mengembangkan konsep batching dan scheduling dalam formulasi tunggal, dimana fungsi tujuan yang digunakan adalah minimasi jumlah flow time seluruh part yang dihitung dengan cara menjumlahkan perkalian antara waktu tinggal batch dengan ukuran batch dan ongkos simpan part per satuan waktu (holding cost) sebagai bobot. Zahedi [2008,2009, 2011], mengembangkan model matematis penjadwalan batch untuk kasus satu item dan multiple item dimana penentuan variable ukuran batch (batching) dan pengurutan batch yang diperoleh (sequencing) dilakukan secara serentak dalam satu formulasi tunggal. Penelitian ini akan mencoba untuk menyatukan langkah penentuan variable ukuran batch (batching) dan pengurutan batch yang diperoleh (sequencing) dalam formulasi tunggal pada model matematis penjadwalan banyak sumber dengan kriteria waktu tinggal aktual total.

## II. PENGEMBANGAN MODEL

Dalam praktek, pemrosesan suatu part tidak saja memerlukan kesiapan mesin sebagai sumber (*resource*), namun juga kesiapan sumber-sumber lain seperti suatu set peralatan (*equipments*), operator dengan keahlian khusus dan sebagainya. Kesiapan

tersebut seringkali diperlukan secara bersamaan (serentak) untuk dapat menjalankan pemrosesan tersebut.

Dalam memproses suatu *batch*, semua sumber yang dibutuhkan, secara serentak di *setup*, dan secara serentak pula digunakan untuk menghasilkan setiap part dari *batch* tersebut. Beberapa sumber yang digunakan secara serentak untuk pengerjaan suatu tipe part, mungkin saja memerlukan waktu proses satuan yang berbeda antara satu sumber dengan sumber yang lainnya.

Untuk kesederhanaan model, maka diasumsikan waktu *setup* antar *batch* dari tipe part sejenis, sama untuk semua sumber yang digunakan dalam proses, dan ukuran *batch* diasumsikan kontinu. Asumsi lain yang diperlukan adalah semua sumber yang dibutuhkan siap digunakan pada waktu nol (*time zero*) dan tidak ada sumber-sumber yang rusak atau alpha, serta setiap sumber diasumsikan unik.

Semua parameter model, seperti waktu *setup* antar *batch* untuk setiap tipe part, waktu proses satuan setiap tipe part untuk setiap sumber yang diperlukan secara serentak, jumlah dari setiap tipe part, himpunan sumber yang dibutuhkan agar suatu tipe part dapat diproses, dan himpunan tipe part yang membutuhkan suatu sumber, serta waktu jatuh tempo penyerahan semua part (*common due date*), diasumsikan diketahui.

Definisikan notasi-notasi berikut :

$d$  : *common due date*, yaitu waktu dimana semua part

harus diserahkan secara bersamaan

$r$  : indek sumber (*resources*), 1 sampai  $R$

$k, m$  : indek tipe part terjadwal, 1 sampai  $K$

$i, j$  : indek *batch*, 1 sampai  $N$

$s_k$  : waktu setup untuk part tipe- $k$

$t_{kr}$  : waktu proses satuan part tipe- $k$  pada sumber- $r$ ,  $r \in R_k$

$R_k$  : himpunan sumber yang dibutuhkan tipe part- $k$ , secara serentak

$S_r$  : himpunan tipe part yang membutuhkan sumber- $r$

$n$  : jumlah total semua part

$n_k$  : jumlah part tipe- $k$

$Q_{[kir]}$  : jumlah part *batch*- $i$  dengan tipe- $k$  pada sumber- $r$  terjadwal

$B_{[kir]}$  : waktu mulai pengerjaan *batch*- $i$  dengan tipe- $k$  pada sumber- $r$

$Y_{k \ i \ r}^{m \ j} = 1$ , jika *batch*- $i$  dengan tipe- $k$  mendahului *batch*- $j$  dengan tipe- $m$ , pada sumber- $r$   
 0, untuk yang lain.

$X_{kir} = 1$ , jika *batch*- $i$  dengan tipe- $k$  pada sumber- $r$  tidak kosong,  
 0, untuk yang lain.

Sebelum formulasi model dibangun, perlu ditegaskan kembali bahwa, beberapa sumber yang digunakan secara serentak untuk pengerjaan suatu tipe part, mungkin saja memerlukan waktu proses per

part yang berbeda antara satu sumber dengan sumber yang lainnya. Dengan demikian secara intuitif waktu proses per part terbesar dari suatu tipe part tertentu di suatu sumber di antara semua sumber serentak akan memegang peranan dalam melakukan perhitungan waktu tinggal aktual terhadap tipe part tersebut. Maka perlu didefinisikan istilah *sumber serentak kritis* dari suatu tipe part sebagai suatu sumber yang memiliki waktu proses satuan terbesar dari semua sumber yang diperlukan secara serentak oleh tipe part tersebut, atau dapat ditulis

$r_k^{(*)}$  : sumber-serentak-kritis dari part tipe- $k$ , dan

$t_k^{(*)}$  : waktu proses satuan part tipe- $k$  pada sumber  $r_k^{(*)}$ , dimana

$$t_k^{(*)} = \max \{t_{kr}\}_{r \in R_k}, \forall k. \quad (1)$$

Formulasi problem penjadwalan multi item multi sumber serentak (MSS) adalah suatu pemrograman kuadrat bulat dengan jumlah variabel yang besar, maka diperlukan teorema berikut:

#### A. Teorema

Misalkan terdapat  $K$ -lot. Setiap lot terdiri dari tipe part yang sama. Setiap tipe part membutuhkan sejumlah sumber tertentu secara serentak untuk menyelesaikannya. Maka urutan lot secara mundur yang memberikan minimum waktu tinggal aktual total, diperoleh dengan menyusun lot sedemikian sehingga

$$\text{Maks} \{(t_{1r} n_1 + s_1)/n_1\}_{r \in R_1} \leq \text{Maks} \{(t_{2r} n_2 + s_2)/n_2\}_{r \in R_2} \leq \dots \leq \text{Maks} \{(t_{Kr} n_K + s_K)/n_K\}_{r \in R_K} \quad (2)$$

atau menurut persamaan (1), pertaksamaan (2) menjadi

$$(t_1^{(*)} n_1 + s_1)/n_1 \leq (t_2^{(*)} n_2 + s_2)/n_2 \leq \dots \leq (t_K^{(*)} n_K + s_K)/n_K \quad (3)$$

Bukti : Dengan memandang semua lot hanya pada sumber-serentak-kritisnya maka prosedur pembuktian sama dengan pembuktian Halim dkk. (1998).

Prosedur penjadwalan MSS dapat diterangkan sebagai berikut : Urut semua part sesuai dengan Teorema diatas, kemudian lakukan *batching* pada setiap lot. *Batching* akan dimulai pada lot terakhir dalam barisan.

Dengan mengidentifikasi jenis item sesuai urutan dalam barisan secara mundur sebagai  $k = 1, 2, \dots, K$ , kemudian tentukan jumlah maksimum *batch* untuk setiap tipe- $k$  dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$N_{k(\text{maks})} = \lfloor 1/2 + \sqrt{(1/4 + 2n_k t_k^{(*)}/s_k)} \rfloor, \quad (4)$$

yaitu bilangan bulat terbesar yang lebih kecil atau sama dengan nilai bilangan yang berada dalam tanda kurung siku bawah. Ini cukup beralasan untuk mengantisipasi jumlah *batch* terbesar maksimum yang dapat muncul pada sumber dengan  $t_k^{(*)}$  yang besar.

Selanjutnya dapat dirumuskan formulasi penjadwalan MSS sebagai berikut

**Formulasi MSS**

$$\text{Minimasi } F^a = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{N_k} [ \sum_{m=1}^k \sum_{j=1}^i (s_m X_{mj} + t_m Q_{[mj]}) - s_k ] Q_{[ki]} + \sum_{(k,i | k>i)} [ \sum_{m=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^{N_m} (s_m X_{mj} + t_m Q_{[mj]}) ] Q_{[ki]} \quad (5)$$

Pembatas

$$Q_{[ki]} = Q_{[kir]} , \forall i,k,r, \text{ dan } r \in R_k \quad (6)$$

$$B_{[ki]} = B_{[kir]} , \forall i,k,r, \text{ dan } r \in R_k \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^{N_k} Q_{[kir]} = n_k , \forall k,r, \text{ dan } r \in R_k \quad (8)$$

$$\sum_{k=1}^K n_k = n \quad (9)$$

$$Q_{[kir]} \leq X_{kir} n_k , \forall i,k,r, \text{ dan } r \in R_k \quad (10)$$

$$B_{[kir]} + \sum_{m=1}^k \sum_{j=1}^i (s_m X_{mjr} + t_m^*) Q_{[mjr]} - s_k + \sum_{(k,i | k>i)} [ \sum_{m=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^{N_m} (s_m X_{mjr} + t_m^*) Q_{[mjr]} ] = d , \forall i,k,r, \text{ dan } r_k^* \in R_k \quad (11)$$

$$B_{[kir]} + \sum_{m=1}^k \sum_{j=1}^i (s_m X_{mjr} + t_{mr} Q_{[mjr]}) - s_k + \sum_{(k,i | k>i)} [ \sum_{m=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^{N_m} (s_m X_{mjr} + t_{mr} Q_{[mjr]}) ] \leq d , \forall i,k,r, \text{ dan } r \in R_k - \{ r_k^* \} \quad (12)$$

$$B_{[KNK(\text{opt})r]} \geq 0 , \forall r, \text{ dan } r \in R_k \quad (13)$$

$$B_{[kir]} + t_{kr} Q_{[kir]} \leq B_{[mjr]} + M ( Y_k^{mj} ) , \forall i,j,k,m,r, \text{ kecuali } i=j=k=m, \text{ dan } r \in R_k \quad (14)$$

$$Y_k^{mj} + Y_m^{ki} = 1 , \forall i,j,k,m,r, \text{ kecuali } i=j=k=m, \text{ dan } r \in R_k \quad (15)$$

$$X_{kir} = 0, 1 , \forall i,k,r, \text{ dan } r \in R_k \quad (16)$$

$$X_{ki} = 0, 1 , \forall i,k,r, \text{ dan } r \in R_k \quad (17)$$

$$X_{kir} = X_{ki} , \forall i,k,r, \text{ dan } r \in R_k \quad (18)$$

$$Y_k^{mj} = 0, 1 , \forall i,j,k,m,r, \text{ kecuali } i=j=k=m, \text{ dan } r \in R_k \quad (19)$$

$$N, N_k \geq 0 , \forall k \quad (20)$$

Catatan bahwa dalam formulasi MSS ini,  $R_k \cap R_m \neq \emptyset, \forall k,m$  dan  $k \neq m$ , artinya hanya ada satu part yang diproses pada satu waktu tertentu, di dalam interval waktu proses suatu order.

Fungsi (5) menyatakan tujuan model yaitu minimasi waktu tinggal aktual total (*total actual flow times*) semua part yang akan diproses. Persamaan (6) dan (7) masing-masing menyatakan kesamaan jumlah part dan waktu mulai pekerjaan part tipe-k batch ke-i dengan part tipe-k batch ke-i pada sumber ke-r. Persamaan (8) dan (9) masing-masing menyatakan kesamaan jumlah total semua part, dan kesamaan jumlah part dari setiap tipe item terhadap batch. Persamaan (10) menyatakan jumlah part dari item tipe-k batch ke-i pada sumber-r harus lebih kecil atau sama dengan jumlah item pada tipe-k. Persamaan (11) menyatakan waktu selesai seluruh batch, masing-masing pada sumber kritisnya, harus rapat ke *due date*. Pertaksamaan (12) menyatakan waktu selesai seluruh batch pada sumber non-kritisnya, harus sebelum *due date*. Kendala (13) menyatakan waktu mulai batch pertama yang diproses harus lebih

besar atau sama dengan nol (*time zero*). Pertaksamaan (14) nilai M adalah bilangan positif yang cukup besar, dalam operasional cukup diambil  $M = d$ , untuk nilai  $Y_k^{mj} = 1$  kendala ini tidak mengikat dan jika  $Y_k^{mj} = 0$  menyatakan waktu selesai dari batch-i dengan tipe-k pada sumber-r akan lebih kecil dari waktu mulai proses batch-j dengan tipe-m pada sumber-r, jika batch-j mendahului batch-i (secara *backward*). Persamaan (15) menyatakan *sequencing* dari proses seluruh batch, dimana tidak ada dua batch yang dikerjakan bersamaan pada satu waktu tertentu. Kendala (16) sampai (19) menyatakan nilai variabel biner  $X_{kir}, X_{ki}$ , dan  $Y_k^{mj}$ , serta kendala (20) menyatakan syarat kenonnegatifan jumlah batch. Heuristik untuk solusi model problem penjadwalan MSS adalah sebagai berikut

**B. Algoritma MSS**

Step-1. Himpun part dari tipe yang sama sebagai satu lot, katakanlah terdapat K lot.

Step-2. Urutkan K lot tersebut sesuai dengan Teorema diatas, dan identifikasi jenis item dari setiap tipe sebagai  $k=1,2,.., K$ .

Step-3. Jadwalkan secara mundur sesuai dengan urutan urutan pada step-2, pada sumber-serentak-kritis untuk setiap lot, dengan memperhatikan urutan kelayakan jadwal sesuai skala waktu, untuk setiap sumber.

Step-4. Hitung  $T_{min}$  sebagai interval waktu yang dihitung mulai dari waktu mulai lot-K (tidak termasuk waktu setup)  $B_k$ , sampai *due date* d.

Step-5. Problem MISS layak jika dan hanya jika  $T_{min} \leq d$ . Lanjutkan Step-6. Jika  $T_{min} > d$ , maka problem MSS tidak layak. Stop.

Step-6. Hitung  $N_{k(\text{maks})}$ , untuk setiap  $k = 1, 2, \dots, K$ , dengan persamaan (4).

Step-7. Substitusikan nilai-nilai dari K,  $N_k$  dengan  $N_k = N_{k(\text{maks})}, n_k, t_{kr}, s_k$  dan d ke dalam formulasi.

Step-8. Tentukan  $F_1^a$  sebagai *Total Actual Flow Time* awal, yang dihitung dengan menyusun lot sesuai dengan Persamaan (3), atau dalam formulasi MSS dengan, set  $X_{11r} = X_{21r} = \dots = X_{K1r} = 1, \forall r, \text{ dan } r \in R_k$ , dan nol untuk  $X_{kir}$  yang lainnya, serta  $Y_k^{mj} = 1$ , jika  $k \leq m, \forall i,j,l,m,r, r \in R_k$ , kecuali  $i=j=k=m$  dan  $Y_k^{mj} = 0$  untuk yang lainnya.

Step-9. Set  $k = K$ .

Step-10. Set  $i = 2$ , kemudian set  $X_{kir} = 1$ , untuk  $j = 1, \dots, i$ , dan  $\forall r, r \in R_k$ .

Step-11. Selesaikan Sub-problem tersebut.

Step-12. Apakah  $B_{ki} \geq 0$ ,

- Jika ya, tulis  $F_i^a$ ,

- Apakah  $F_i^a \leq F_{i-1}^a$ ,

- Jika ya, set  $i = i + 1$ , lanjutkan ke step-10.

- Jika tidak, set

$i-1 = N_{k(opt)}$ ,  
 lanjutkan ke step-13.  
 -Jika tidak, set  $i-1 = N_{k(opt)}$ , lanjutkan ke step-13.  
 Step-13. Set  $k = K-1$ ,  
 - Jika  $k > 0$ , lanjutkan ke step-9.  
 - Jika  $k = 0$ , stop, solusi optimal adalah  $F_1^a$ , tulis semua nilai variabel keputusan.

Untuk lebih memperjelas problem dan cara kerja algoritma MSS ini bekerja, maka perhatikan contoh hipotetik berikut.

Misalkan suatu problem penjadwalan multi-sumber-serentak (MSS) sebagai berikut. Akan dijadwal tiga jenis part, dengan kebutuhan sumber serentak, waktu proses satuan, dan himpunan sumber yang dibutuhkan masing-masing tipe part, sebagaimana tabel berikut, dan semua part diserahkan secara bersamaan pada due date  $d = 100$ .

TABEL 1 DATA CONTOH MSS

Jenis part	Item-1	Item-2	Item-3
kuantitas	20	15	10
waktu setup	2.4	2	4
waktu proses pada :			
Sumber-1	0.5	0.5	-
Sumber-2	0.6	-	0.2
Sumber-3	-	0.8	0.5

Solusi  
 Step-1, Algoritma-MSS akan memberikan

TABEL 2 HASIL STEP-1 ALGORITMA MSS

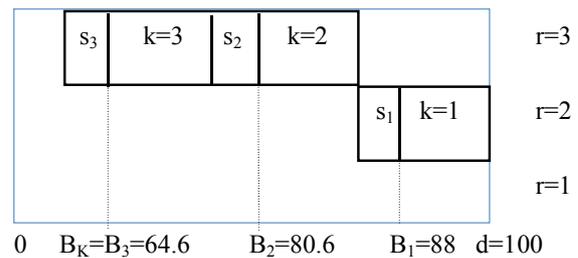
Jenis part	Item-1	Item-2	Item-3
kuantitas	20	15	10
waktu setup	2.4	2	4
waktu proses satuan pada :			
Sumber-1	0.5	0.5	-
Sumber-2	0.6	-	0.2
Sumber-3	-	0.8	0.5
rasio pada sumber-kritis sesuai Teorema	0.72	0.93	0.90

Step-2, akan memberikan

TABEL 3 HASIL STEP-2 ALGORITMA MSS

Identifikasi Jenis Part (k)	1	2	3
kuantitas ( $n_k$ )	20	10	15
waktu setup ( $s_k$ )	2.4	4	2
waktu proses satuan ( $t_{kr}$ ) pada :			
Sumber-1 ( $r=1$ )	0.5	-	0.5
Sumber-2 ( $r=2$ )	0.6 <sup>(*)</sup>	0.2	-
Sumber-3 ( $r=3$ )	-	0.5 <sup>(*)</sup>	0.8 <sup>(*)</sup>
Jenis part	Item-1	Item-3	Item-2

Step-3, 4 dan 5, akan memberikan



Gambar.1 Gantt Chart hasil step-3 Algoritma MSS

Maka  $T_{min} = 35.4 < d = 100$

Step-6, akan memberikan

$$N_{1(maks)} = 3$$

$$N_{2(maks)} = 2$$

$$N_{3(maks)} = 4$$

Dari Step-7 diperoleh uraian formulasi MSS dari problem. Lanjutkan step-8.

Step-8, diperoleh  $F_1^a = 980$ .

Dengan melanjutkan langkah-langkah iterasi step-9 sampai step-13, akan diperoleh solusi optimal contoh problem MSS, sebagai berikut :

TABEL 4 SOLUSI OPTIMAL CONTOH MSS

Posisi	$Q_{kir}$	$R_k$	$B_{ki}$	Jenis item	Rasio Teorema
1	20	(1,2 <sup>*</sup> )	88.0	1	0.72
2	10	(2,3 <sup>*</sup> )	80.6	3	0.90
3	7.5	(1,3 <sup>*</sup> )	70.6	2	1.07
4	5.0	(1,3 <sup>*</sup> )	64.6	2	1.20
5	2.5	(1,3 <sup>*</sup> )	60.6	2	1.60

(\*) : sumber-serentak-kritis

Total Waktu Tinggal aktual  $F^a = 930.00$

### III. ANALISIS MODEL

Model multi item multi sumber serentak (MSS) dengan kriteria minimasi waktu tinggal aktual total yang dikembangkan dalam penelitian ini, memiliki bentuk penyatuan batching dan sequencing yang berasal dari teknik yang dikembangkan Dobson dan Karmarkar [1988] dan Dobson dan Khosla [1989]. Model multi item multi sumber serentak (MSS) dengan kriteria minimasi waktu tinggal aktual total yang dikembangkan memiliki karakteristik dan keterbatasan sebagai berikut :

- a. Formulasi model penjadwalan multi item multi sumber serentak (MSS) yang dikembangkan mengindikasikan bahwa dalam menyelesaikan suatu batch dari suatu tipe item, semua sumber yang dibutuhkan secara serentak di setup dan secara serentak pula digunakan untuk menghasilkan setiap part dari batch tersebut, sehingga dapat ditulis  $B_{ki} = B_{kir}$ ,  $Q_{ki} = Q_{kir}$ ,  $i, k, r$ , dan  $r \in R_k$ .
- b. Beberapa sumber yang digunakan secara serentak untuk pengerjaan suatu tipe part, mungkin saja memerlukan waktu proses satuan yang berbeda antara satu sumber dengan sumber yang lain atau dengan kata lain terdapat  $i, k, r_a, r_b$ , dan  $r_a, r_b \in R_k$  sehingga  $t_{kir} \in t_{kirb}$ .
- c. Sehubungan dengan fenomena pada point b, maka telah didefinisikan istilah sumber serentak kritis dari suatu tipe part adalah suatu sumber yang memiliki waktu proses satuan terbesar dari semua sumber yang diperlukan secara serentak oleh tipe part tersebut. Dengan demikian model penjadwalan multi item multi sumber serentak (MSS) yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat dipandang sebagai penjadwalan multi item satu sumber, dengan mengambil  $t_k = t_k^{(*)} = \max\{t_{kr}\}_{r \in R_k}$ , untuk setiap tipe part  $k = 1, 2, \dots, K$ .
- d. Untuk menyederhanakan model, maka diasumsikan bahwa waktu setup antar batch dari tipe part sejenis adalah sama untuk semua sumber yang digunakan dalam proses, atau  $s_{ki} = s_{kir}$ ,  $i, k, r$ , dan  $r \in R_k$ .
- e. Tidak ada sumber-sumber yang rusak atau alpha, serta setiap sumber diasumsikan unik.

### IV. KESIMPULAN

Problem multi-item-sumber-serentak (MSS) dengan kriteria minimasi waktu tinggal aktual total dapat dipandang sebagai problem multi-item-satu-sumber, apabila diambil  $t_k = t_k^{(*)} = \max\{t_{kr}\}_{r \in R_k}$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$ . Akibatnya, jika semua tipe part yang akan dijadwal memiliki *sumber serentak kritis* yang sama, maka problem

MSS dapat dijadwal sebagaimana problem MISS terhadap sumber-serentak-kritis tersebut.

Penelitian selanjutnya ialah mengembangkan problem MSS ini untuk kasus dimana dapat terjadi  $R_k \cap R_m = \emptyset$ , artinya pada satu waktu didalam selang waktu proses, *shop* dapat memproses lebih dari satu part secara bersamaan. Juga mengembangkan metoda pencarian solusi untuk problem kuadrat bulat (*integer quadratic programming*) yang muncul dalam penelitian ini agar pencarian solusi dapat lebih cepat.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dobson G., Karmarkar U.S. & Rummel J.L., 1987, Batching to Minimize Flow Times on One Machine, Management Science, 33, 784-799.
- [2] Dobson G., Karmarkar U.S. & Rummel J.L., 1989, Batching to Minimize Flow Times on Heterogeneous Machines, Management Science, 35, 607-613.
- [3] Dobson G., Karmarkar U.S., 1989, Simultaneous Resource Scheduling to Minimize Weighted Flow Times, Operations Research, Vol 37, No. 4, July-August 1989.
- [4] Halim, A.H. Toha, I.S., Zahedi, Multiple Resources Scheduling To Minimize Total Actual Flow Times. Congress of Manufacturing and Management, Victoria, Australia, 1998.
- [5] Zahedi, 2004, Model Optimasi Ukuran Blok Optimal dengan Kriteria Minimasi Total Waktu Tinggal Aktual, Jurnal MatStat Universitas Bina Nusantara, Vol 6, No 1, Januari 2008, Akreditasi Dikti No 23a/DIKTI/Kep/2004.
- [6] Zahedi, 2008, Relaksasi Integer pada Model Pemrograman Kuadrat Integer untuk Penentuan Ukuran Batch dan Urutannya dengan Kriteria Minimasi Waktu Tinggal Aktual Total, Konferensi Nasional Matematika XIV, Palembang, November 2008.
- [7] Zahedi, 2009, Integer Relaxation on Binary Quadratic Programming for Batching and Sequencing to Minimize Total Actual Flow Times Criteria; The 4th International Conference on Research and Education in Mathematics (ICREM4), Kuala Lumpur, Malaysia.
- [8] Zahedi, 2011, Integer Relaxation on Binary Quadratic Programming for Single Item and Multiple Items Cases to Minimize Total Actual Flow Time, SEAMS-GMU, Yogyakarta, Indonesia.

# Aplikasi Algoritma Enkripsi Modifikasi Vigenere Cipher Untuk Mengirim Pesan Teks Terenkripsi Pada Perangkat Mobile Berbasis Android

Rojali, Syaeful Karim, Bob Kristiawan  
School of Computer Science , BINUS University  
Jl. K.H Syahdan no. 9 Palmerah, Jakarta Barat  
Rojali@binus.edu

**Abstract**— Seiring perkembangan teknologi telekomunikasi yang sangat cepat telah memberikan dampak dalam dunia komunikasi. Jarak dan waktu bukan lagi menjadi sebuah kendala yang berarti dalam berkomunikasi. Salah satu hasil jenis teknologi telekomunikasi yang cukup terkenal adalah Short Message Service (SMS). Dengan adanya SMS, pengguna dapat saling bertukar informasi dengan pengguna lain. Penelitian ini mengembangkan sebuah aplikasi pada telepon selular untuk mengirim pesan. Pesan sebelum dikirim akan dimodifikasi menjadi cipherteks, sehingga hanya orang yang mempunyai kunci sama yang dapat mengetahui pesan SMS tersebut. Metode yang digunakan dalam mengenkripsi dan mendekripsi pesan adalah metode enkripsi modifikasi vigenere cipher dan implementasinya menggunakan bahasa pemrograman Java Android.

Kata kunci : SMS, enkripsi, dekripsi.

## I. PENDAHULUAN

Informasi adalah inti yang dipertukarkan dalam proses berkomunikasi [7] . Jenis informasi yang digunakan dalam komunikasi pun bermacam-macam. Jika dilihat dari isinya, informasi dapat berupa penting atau tidak penting. Bila dilihat dari sifat persebaran atau *privacy*-nya, informasi dapat bersifat rahasia atau tidak rahasia[7]. Sejak dahulu kala, orang-orang senantiasa berusaha untuk melindungi kerahasiaan dari informasi yang dikomunikasikan melalui media tertentu kepada orang yang dimaksud supaya informasi pada pesan tersebut hanya dapat diterima oleh orang yang bersangkutan saja. Semua orang berusaha untuk melindungi kerahasiaan informasi yang mereka miliki dengan cara apapun.

Di sisi lain, beberapa tahun terakhir ini terjadi perkembangan yang pesat pada teknologi, salah satunya adalah telepon selular (ponsel). Mulai dari ponsel yang hanya bisa digunakan untuk bicara dan sms hingga “ponsel cerdas” (*smart phone*) yang memiliki berbagai fungsi seperti *multimedia*, *multiplayer games*, transfer data, video *streaming*

dan lain-lain. Berbagai perangkat lunak untuk mengembangkan aplikasi ponselpun bermunculan, di antaranya yang cukup dikenal luas adalah Java 2 *Micro Edition* (J2ME).

Salah satu fasilitas yang disediakan ponsel adalah untuk melakukan pengiriman data berupa pesan singkat melalui *Short Message Service* (SMS). Namun dengan fasilitas SMS yang ada, timbul pertanyaan mengenai keamanan informasi jika seseorang ingin mengirimkan suatu informasi rahasia melalui fasilitas SMS.

Di Inggris sebuah perusahaan operator telepon selular, *staelium UK*, mengeluarkan layanan bernama “*stealth text*” yang dapat digunakan untuk mengirim pesan dengan aman, yaitu dengan cara menghapus pesan secara otomatis segera setelah 40 detik pesan dibaca atau yang dikenal dengan nama *self-destruct text message*. Kini dengan memanfaatkan *Wireless Messaging API* (*Application Programming Interface*) dari J2ME para pembuat program Java dapat mengembangkan sendiri sebuah aplikasi pengiriman pesan singkat atau SMS yang dimodifikasi untuk mengamankan pesan.

Teknik pengamanan pesan atau informasi yang akan digunakan pada penelitian ini adalah kriptografi, yaitu ilmu dan seni untuk menjaga kerahasiaan pesan/berita dengan cara menyandikannya ke dalam bentuk yang tidak dapat dimengerti lagi maknanya. Tujuan dari kriptografi adalah supaya sebuah pesan yang disampaikan hanya akan dapat dimengerti oleh orang yang berhak untuk membacanya saja.

Secara umum, algoritma yang digunakan dalam kriptografi dapat terbagi ke dalam dua macam, yaitu algoritma kriptografi klasik dan algoritma kriptografi modern. Algoritma kriptografi klasik biasanya adalah algoritma penyembunyian teks yang bersifat sederhana, berbasis pada pemrosesan per-karakter dan dapat dilakukan tanpa menggunakan komputer. Sedangkan algoritma kriptografi modern adalah algoritma kriptografi yang menggunakan algoritma kompleks dan menggunakan pengolahan berbasis bit dalam proses enkripsi pesannya.

Salah satu algoritma kriptografi klasik untuk menyandikan suatu plaintext dengan menggunakan teknik

substitusi yang sering digunakan adalah Vigenere cipher. Meskipun dapat dikatakan bahwa algoritma vigenere cipher cukup rumit untuk dipecahkan, algoritma ini tetap memiliki kelemahan sehingga cipherteks hasil dari algoritma vigenere cipher ini dapat dibuka secara paksa oleh kriptologis dan dapat diketahui panjang kuncinya dengan menggunakan metode kasiski. Kelemahan ini muncul jika panjang kunci lebih pendek dari panjang plainteksnya sehingga terdapat perulangan kunci yang digunakan untuk mengenkripsi plainteks tersebut. Kunci yang berulang tersebut menimbulkan celah berupa jumlah pergeseran yang sama untuk setiap plainteks yang disubstitusi oleh huruf pada kunci yang sama.

Orang pertama yang berhasil menemukan kelemahan vigenere cipher dan memecahkan cipherteksnya adalah Friedrich Kasiski pada tahun 1863. Kasiski berpendapat bahwa jika panjang kunci dapat ditemukan, maka cipherteks dapat dipecahkan dengan menggunakan analisis frekuensi pada masing-masing kelompok cipherteks yang dihasilkan.

Oleh karena kelemahan di atas, maka dikenalkan algoritma modifikasi vigenere cipher untuk membentuk kunci baru yang acak yang diharapkan mampu untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan kelemahan tersebut sekaligus memperkuat algoritma vigenere cipher. Hal tersebut akan membuat kriptologis kesulitan untuk memecahkan secara paksa cipherteks dari algoritma ini.

## II. VIGENERE CIPHER

### A. Konsep Algoritma Vigenere Cipher

Vigenere cipher merupakan salah satu algoritma klasik dengan teknik substitusi. Nama vigenere diambil dari seorang yang bernama Blaise de Vigenere[2].

Vigenere cipher menggunakan suatu kunci yang memiliki panjang tertentu. Panjang kunci tersebut bisa lebih pendek ataupun sama dengan panjang plainteks. Jika panjang kunci kurang dari panjang plainteks, maka kunci yang tersebut akan diulang secara periodik hingga panjang kunci tersebut sama dengan panjang plainteksnya.

Algoritma enkripsi vigenere cipher :

$$C_i = (P_i + K_i) \bmod 95$$

Algoritma dekripsi vigenere cipher :

$$P_i = (C_i - K_i) \bmod 95$$

Dimana :

$C_i$  = nilai desimal karakter *ciphertext* ke- $i$

$P_i$  = nilai desimal karakter *plaintext* ke- $i$

$K_i$  = nilai desimal karakter kunci ke- $i$

Misal, jika *plaintext* adalah THEBEAUTYANDTHEBEAST dan kunci adalah ABC maka proses enkripsi yang terjadi adalah sebagai berikut :

*Plaintext* :THEBEAUTYANDTHEBEAST

*Kunci* :ABCABCABCABCABCABCAB

*Chipertext* :TIGBFCUAAOFTIGBFCSU

Pada contoh di atas kata kunci ABC diulang sedemikian rupa hingga panjang kunci sama dengan panjang plainteksnya. Kemudian setelah panjang kunci sama dengan panjang plainteks, proses enkripsi dilakukan dengan melakukan menggeser setiap huruf pada plainteks sesuai dengan huruf

kunci yang bersesuaian dengan huruf plainteks tersebut. Pada contoh di atas plainteks huruf pertama adalah T akan dilakukan pergeseran huruf dengan kunci  $K_i=0$  (kunci huruf pertama adalah A yang memiliki  $K_i=0$ ) menjadi T. Huruf kedua pada plainteks adalah H akan dilakukan pergeseran huruf dengan kunci  $K_i=1$  (kunci huruf kedua adalah B yang memiliki  $K_i=1$ ) menjadi I. Begitu seterusnya dilakukan pergeseran sesuai dengan kunci pada tiap huruf hingga semua plainteks telah terenkripsi menjadi ciphertext.

## III. METODE YANG DI USULKAN

### A. Modifikasi Algoritma Vigenere Cipher

Algoritma vigenere cipher memiliki kelemahan jika panjang kunci yang digunakan kurang dari panjang plainteks. Kurang panjangnya kunci terhadap plainteks menyebabkan kunci akan diulang hingga panjang kunci tersebut sama dengan panjang plainteks. Hal ini menyebabkan kemungkinan timbulnya perulangan *string* pada cipherteks hasil enkripsi yang dapat dimanfaatkan untuk menemukan panjang kunci dan lebih lanjut dimanfaatkan untuk memecahkan cipherteks tersebut[5].

Sebagai contoh adalah sebagai berikut :

Plainteks : THEBEAUTYANDTHEBEAST

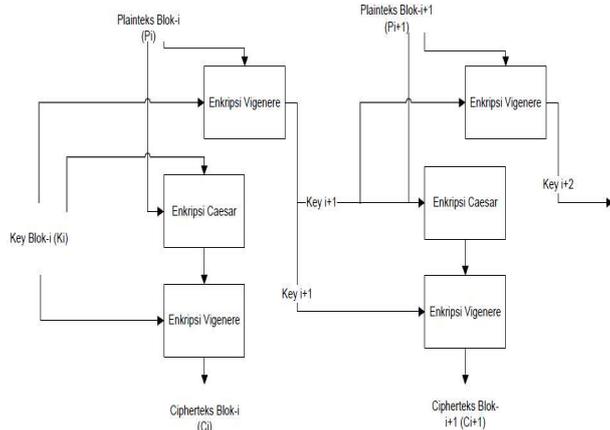
Kunci : ABCABCABCABCABCABCAB

Cipherteks : TIGBFCUAAOFTIGBFCSU

Pada contoh diatas, kata THE pertama dan kata THE kedua ternyata dienkripsi menjadi kata yang sama pula yaitu TIG. Hal ini terjadi karena kedua kata THE tersebut dienkripsi dengan menggunakan kunci yang sama yaitu ABC. Karena kunci yang digunakan sama, maka pergeseran yang dilakukan terhadap kedua kata THE tersebut juga sama. Dengan melihat contoh di atas maka secara intuitif kita mendapat kesimpulan bahwa jika jarak antara dua buah *string* yang berulang di dalam plainteks merupakan kelipatan dari panjang kunci, maka *string* yang sama tersebut akan muncul menjadi kriptogram yang sama pula di dalam cipherteks. Dengan begitu, jika kita dapat menemukan perulangan *string* pada cipherteks yang telah dihasilkan melalui vigenere cipher, maka besar kemungkinan bahwa panjang kunci adalah faktor dari jarak kedua *string* yang berulang tersebut. Hal tersebut di atas tidak akan terjadi apabila panjang kunci asal yang digunakan adalah sepanjang plainteks dan tidak ada perulangan *string* pada kunci tersebut. Hal tersebut akan sedikit rumit untuk dilakukan jika kunci yang kita gunakan merupakan suatu kata atau frasa yang memiliki arti. Namun sebaliknya, jika kunci yang digunakan bukan merupakan kata atau frasa yang memiliki arti, kunci tersebut akan menjadi sulit diingat. Dua hal inilah yang kemudian menjadi pertimbangan untuk mengembangkan suatu algoritma baru yang merupakan modifikasi dari algoritma vigenere cipher tradisional agar lebih kuat dan tidak mudah dipecahkan oleh pihak yang tidak berhak. Modifikasi algoritma vigenere cipher ini pada intinya adalah dengan membangkitkan suatu kunci

baru yang memiliki panjang sama dengan plainteks dan tidak memiliki perulangan *string* pada kunci tersebut. Kunci ini akan dibangkitkan dari sebuah kunci asal yang mudah untuk diingat. Metode pembangkitan kunci dari sebuah kunci asal tersebut akan dilakukan dengan menggunakan substitusi berulang pada kunci asalnya hingga mendapat sebuah kunci baru yang memiliki panjang sama dengan plainteksnya. Modifikasi yang dilakukan harus dapat mengurangi kemunculan key yang berulang atau bahkan menggunakan pendekatan One-Pad kriptografi yang mana panjang key adalah sama dengan panjang plainteks yang digunakan dimana key akan digenerate berbeda dengan key yang digunakan sebelumnya[7]. Modifikasi Vigenere Cipher yang dilakukan disini adalah bukan modifikasi pada algoritma utamanya. Bentuk modifikasi yang dilakukan untuk proses enkripsi adalah :

1. Plaintext dibagi menjadi blok-blok dengan panjang blok adalah panjang key yang digunakan.
2. Setiap pemrosesan blok-*i* akan memiliki key ***K<sub>i</sub>*** masing-masing yang dibangkitkan berdasarkan blok *i-1* sebelumnya. Key ***K<sub>i</sub>*** merupakan hasil *Vigenere cipher* plainteks blok sebelumnya (plainteks ***P<sub>i-1</sub>***) dengan menggunakan key ***K<sub>i-1</sub>***. Khusus untuk blok pertama, key-nya adalah key masukan pengguna.
3. Setiap blok plainteks-*i* (***P<sub>i</sub>***) akan di-enkripsi terlebih dahulu dengan menggunakan algoritma Caesar Cipher. Besar pergeseran Caesar cipher-nya ditentukan berdasarkan key masing-masing blok (***K<sub>i</sub>***) dengan fungsi generate nya adalah :  
 Nilai Caesar = (***K<sub>i</sub>*** karakter1 + ***K<sub>i</sub>*** karakter2 + ... + ***K<sub>i</sub>*** karakter-*n*) mod 95
4. Hasil enkripsi ***P<sub>i</sub>*** tadi akan dienkripsi menggunakan *Vigenere cipher* untuk membentuk Cipherteks blok-*i* (***C<sub>i</sub>***), key yang digunakan adalah ***K<sub>i</sub>***. Secara garis besar skema enkripsi seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Enkripsi Vigenere Modifikasi

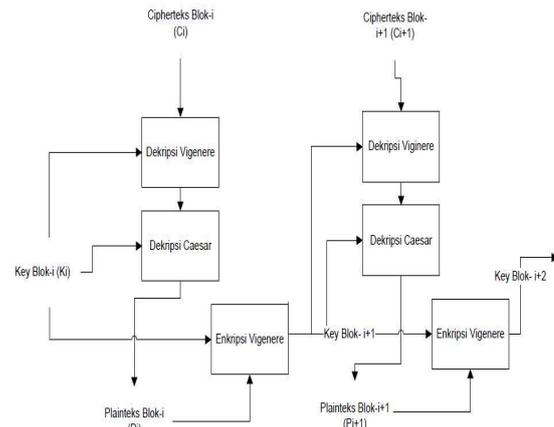
Sedangkan bentuk modifikasi yang dilakukan untuk proses dekripsi adalah :

1. Cipherteks dibagi menjadi blok-blok dengan panjang blok adalah panjang key yang digunakan
2. Setiap pemrosesan blok-*i* akan memiliki key ***K<sub>i</sub>*** masing-masing yang dibangkitkan berdasarkan blok *i-1* sebelumnya. Key ***K<sub>i</sub>*** merupakan hasil *Vigenere cipher*

plainteks blok sebelumnya (plainteks ***P<sub>i-1</sub>***) dengan menggunakan key ***K<sub>i-1</sub>***. Khusus untuk blok pertama, key-nya adalah key masukan pengguna.

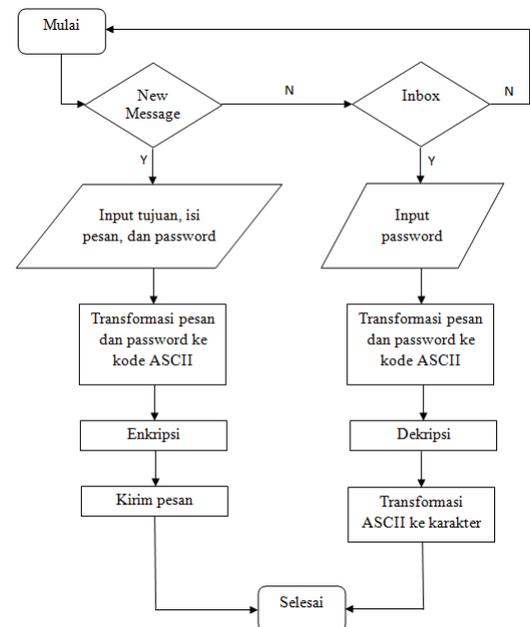
3. Setiap cipherteks blok-*i* (***C<sub>i</sub>***) akan didekripsi menggunakan *Vigenere cipher*, key yang digunakan adalah ***K<sub>i</sub>***
4. Hasil dekripsi yang diperoleh di langkah-3 akan didekripsikan Caesar Ciphernya dengan nilai Caesar Ciphernya adalah sama dengan pada fungsi enkripsi yang pada akhir langkah ini akan terbentuk blok plainteks-*i* (***P<sub>i</sub>***).

Secara garis besar skema dekripsi seperti pada gambar 2.

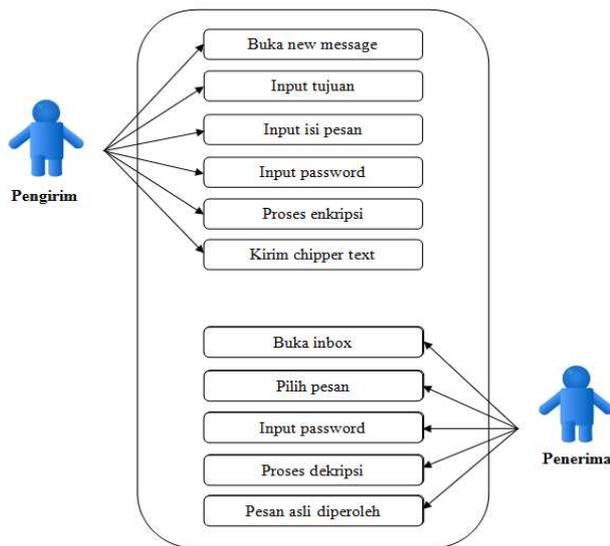


Gambar 2. Skema Dekripsi Vigenere Modifikasi

Secara garis besar proses berjalannya algoritma enkripsi Modifikasi *Vigenere Cipher*, mulai dari tahapan enkripsi sampai akhir, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Aplikasi



Gambar 4. Use Case Diagram

Pada *use case diagram*, pengirim atau *user* dapat membuat pesan baru. Kemudian pengirim dapat menentukan nomor tujuan, input password dan melakukan proses enkripsi.. Hasil atau *ouput* dari proses ini berupa cipherteks yang akan dikirimkan ke *user* penerima. Dari sisi *user* penerima, yang dapat dilakukan adalah, membuka inbox, kemudian pilih pesan, input *password* dan proses dekripsi. Hasil dari proses ini adalah akan diperoleh pesan asli yang sudah dikirimkan oleh pengirim.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil kinerja dari aplikasi perangkat lunak KriptoSMS :

##### A. Analisis Enkripsi Pesan

Pesan dan password (yang akan dijadikan key) akan ditransformasi terlebih dahulu ke kode ASCII. Kemudian pesan akan dienkripsi menggunakan key yang telah diinputkan dengan metode enkripsi modifikasi vigenere cipher.

Misalkan :

Pesan : Ini adalah pesan rahasia.

Key : Binusian

Ciphertext : kXXuUNC[%SogZ^D^D^R^W\_MRS

dengan ilustrasi penghitungan (sesuai pada tabel ASCII) adalah sebagai berikut:

Pesan : I → (41), n → (78)

Key : B → (34), i → (73)

Ciphertext : k → (41+34 = 75 mod 95 = 75), X → (78+73 = 151 mod 95 = 56), dari tabel ASCII di peroleh nilai 75 adalah karakter “k” dan nilai 56 adalah karakter “X”, seterusnya sehingga terbentuk chipertext sepanjang pesan aslinya.

##### B. Analisis Dekripsi Pesan

Setelah pesan di enkripsi di peroleh cipherteks yang akan didekrip untuk menghasilkan plainteks, dari cipherteks sebelumnya di peroleh :

Cipherteks : kXXuUNC[%SogZ^D^D^R^W\_MRS

Password : Binusian

Plainteks : Ini adalah pesan rahasia.

dengan ilustrasi penghitungan sebagai berikut :

##### Untuk Huruf Pertama

Cipherteks : k → (75)

Key : B → (34)

Karena  $k > B$  ( $75 > 34$ ), maka plainteks yang dihasilkan ada hasil pengurangan dari desimal k dengan desimal B, sehingga diperoleh :

Plainteks : I → ( $75 - 34 = 41 \text{ mod } 95 = 41$ )

##### Untuk Huruf Kedua

Cipherteks : X → (56)

Key : i → (73)

Karena  $X < i$  ( $56 < 73$ ), maka desimal dari X harus dijumlahkan dengan 95, kemudian baru dikurangi dengan desimal dari i, sehingga diperoleh :

Plainteks : n → ( $(56 + 95) - 73 = 78$ )

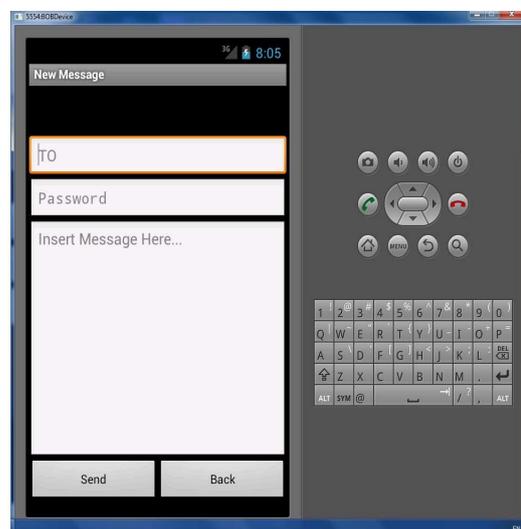
Untuk karakter ketiga dan selanjutnya proses yang di lakukan sama, Begitu seterusnya sehingga diperoleh pesan asli yang dikirimkan oleh pengirim.

Berikut hasil jika penerima salah memasukkan password :

Cipherteks : kXXuUNC[%SogZ^D^D^R^W\_MRS

Password : Jakarta

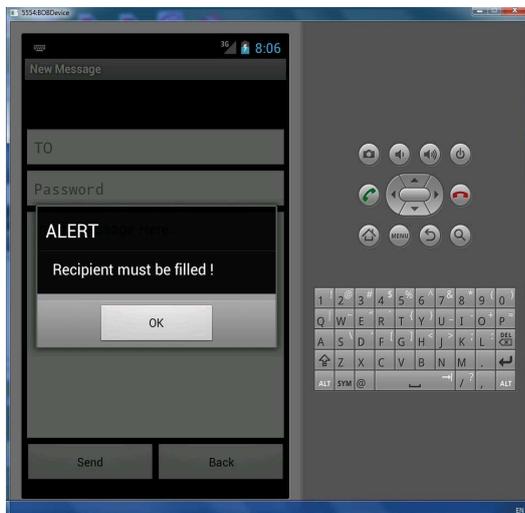
Plainteks : Avl4bYa0Bf-sd {wzVz}jis2hcn



Gambar 5. Halaman Menu “New Message”

Pada gambar 5. *user* dapat mengisi nomor tujuan, password yang digunakan untuk mengenkripsi pesan, dan isi pesan rahasia yang ingin dikirimkan kepada penerima pesan. Dalam aplikasi ini, nomor tujuan penerima pesan dan password harus diisi (tidak boleh dikosongkan). Apabila nomor tujuan kosong

dan user menekan tombol “Send”, maka akan muncul pesan error seperti gambar di bawah ini (gambar 6.).



Gambar 6. Pesan Error Jika Penerima Dikosongkan

## V. PENUTUP

Modifikasi algoritma vigenere cipher ini dapat memperkuat algoritma vigenere cipher jika menggunakan kunci biasa. Hal ini karena kunci yang dibangkitkan dengan teknik substitusi berulang menjadi acak dan tidak bermakna. Kunci yang acak dan memiliki panjang sama dengan plaintext tersebut membuat cipherteks yang dihasilkan juga akan terlihat lebih acak dan sangat jarang bahkan tidak memiliki perulangan *string* sama sekali. Walaupun terjadi perulangan *string* mungkin hanya diakibatkan karena bertindihan (*coincidence*). Hal tersebut akan membuat *cryptanalysis* kesulitan untuk memecahkan secara paksa cipherteks dari algoritma ini. Bahkan *cryptanalysis* juga akan kesulitan untuk menebak kunci dan mencari panjang kunci dengan menggunakan metode

kasifikasi sekalipun. Aplikasi KriptoSMS ini dapat mengirimkan dan menerima sebuah SMS sekaligus memiliki fasilitas untuk mengamankan atau menyembunyikan informasi dari pesan yang dikirimkan. Dengan memanfaatkan fitur *Java Development Kit (JDK)* dari *NetBeans IDE* seseorang dapat membuat suatu aplikasi pada telepon selular berbasis *Android* yang dapat dimanfaatkan untuk mengirimkan sebuah pesan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fia Firtin. 2010. “Rancang Bangun Sistem Enkripsi Pengiriman Informasi Menggunakan Algoritma Kriptografi Klasik”. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Girsang, Truman Tuah. 2010. “Analisis Kerahasiaan Data Menggunakan Algoritma Vigenere Cipher Dalam Sistem Pengamanan Data”. Departemen Ilmu Komputer, Universitas Sumatera Utara.
- [3] Kristian, Nugroho Bayu, 2010. “Aplikasi Enkripsi Sms Pada Telepon Selular Berbasis J2ME Dengan Metode Vigenere Cipher”.
- [4] Menezes Alfred, Oorschot Paul Van and Vanston Sean, 1996. “*Handbook of Applied Cryptography*”, CRC Press.
- [5] Munir, Rinaldi. 2004. Bahan Kuliah IF5054 Kriptografi. Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung.
- [6] Piroumian Vartan. 2002. “*Wireless J2ME Platform Programming*”. Prentice Hall PTR.
- [7] Rizky, Anhdika Fatardhi. “Modifikasi Vigenere Cipher dengan Menggunakan Caesar Cipher dan Enkripsi Berlanjut untuk Pembentukan Key-nya”.
- [8] Setiawardhana. 2010. “Pembuatan Perangkat Lunak Media Pembelajaran Kriptografi Klasik”. Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [9] Sommerville, Ian, 2003. “*Rekayasa Perangkat Lunak*”. Erlangga. Jakarta.
- [10] Supardi Yuniar. 2008. “*Pemrograman Handphone dengan J2ME*”, PT elex Media Komputindo. Jakarta.
- [11] Suyanto Asep Herman. “*Review Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak*”.
- [12] Wicaksono Kuku Nasrul. “*Modifikasi Vigenere Cipher Dengan Menggunakan Teknik Substitusi Berulang Pada Kuncinya*”.asdasdas

Lampiran

**Tabel 1. ASCII**

Decimal	Character
0	Space
1	!
2	“
3	#
4	\$
5	%
6	&
7	‘
8	(
9	)
10	*
11	+
12	,
13	-
14	.
15	/
16	0
17	1
18	2
19	3
20	4
21	5
22	6
23	7
24	8
25	9
26	:
27	:
28	<
29	=
30	>
31	?
32	@
33	A

Decimal	Character
34	B
35	C
36	D
37	E
38	F
39	G
40	H
41	I
42	J
43	K
44	L
45	M
46	N
47	O
48	P
49	Q
50	R
51	S
52	T
53	U
54	V
55	W
56	X
57	Y
58	Z
59	[
60	\
61	]
62	^
63	_
64	“
65	a
66	b
67	c

Decimal	Character
68	d
69	e
70	f
71	g
72	h
73	i
74	j
75	k
76	l
77	m
78	n
79	o
80	p
81	q
82	r
83	s
84	t
85	u
86	v
87	w
88	x
89	y
90	z
91	{
92	
93	}
94	~

# Aplikasi Metode Gaussian Particle Swarm Optimization (Gpso) Dan Lagrange Multiplier Pada Masalah Economic Dispatch

(Studi kasus: Sistem Kelistrikan Mahakam Kalimantan Timur)

Siti Komsiyah  
Jurusan Matematika dan Statistika  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta Barat, Indonesia  
citie\_math@binus.ac.id

**Abstract** — The objective of this research of the Economic Dispatch problem of electric power generation is for scheduling the committed generating units outputs so as to meet the required load demand at minimum operating cost while satisfying all units and system equality and inequality constraint. In the operation of electric power system, an economic planning problem is one of variables that its must be considered because it will give more efficiency in operational cost. In this research the Economic Dispatch problem which has non linear cost function solved by using swarm intelligent method is Gaussian Particle Swarm Optimization (GPSO) and Lagrange Multiplier. GPSO is a population-based stochastic algorithms which their moving inspired by swarm intelligent and probabilities theories. To analyze its accuracy, the Economic Dispatch solution by GPSO method will be compared with Lagrange Multiplier method. From the test result research in GPSO method give economically planning calculation which it more better than Lagrange Multiplier method.

**Keywords** : power system; load demand; Gaussian Particle Swarm Optimization; Lagrange Multiplier

## I. PENDAHULUAN

Permasalahan pada penelitian ini adalah permasalahan *economic power dispatching*, yaitu pengoptimalan pembagian daya pada unit pembangkit dengan operasi beban tertentu sehingga perhitungan ekonomis merupakan suatu prioritas atau nilai yang harus diperhitungkan untuk memperoleh keuntungan terhadap modal yang diinvestasikan. Efisiensi terhadap penggunaan bahan bakar yang optimal akan memperkecil biaya produksi bagi perusahaan penyalur daya listrik. Dalam pengoperasian sistem tenaga listrik selalu dilakukan pembagian pembebanan pada unit pembangkit yang akan mensuplai beban, hal ini sangat berkaitan dengan proses meminimumkan biaya produksi daya listrik dan rugi-rugi daya yang hilang pada saluran transmisi. Namun pada penelitian ini rugi-rugi daya pada saluran transmisi tidak

diperhitungkan. Suatu *power system* pada umumnya dibagi menjadi 3 bagian yaitu *power generation*, *power transmission*, dan *power dispatching*. Pada *power system*, pembangkitan dengan energi panas (berdasarkan teknologi yang berbeda seperti pembakaran batubara, nuklir, siklus kombinasi gas, gas turbin) dan pembangkit listrik tenaga air akan didistribusikan ke berbagai stasiun pembangkit melalui *transmission line* bertegangan tinggi. Oleh karena itu, sebelum berakhir pada konsumen, energi listrik dikonversi kedalam tingkat tegangan yang lebih rendah dan didistribusikan ke rumah-rumah, kota, pusat perbelanjaan, pabrik-pabrik dan lain sebagainya melalui jaringan distribusi energi listrik dan stasiun pembangkit [3]. Tujuan penelitian dengan masalah *Economic dispatch* adalah untuk optimisasi matematika dalam operasi *power system* yang bertujuan untuk menentukan pengaturan pembangkitan daya listrik terbaik/optimal pada sejumlah unit pembangkit sehingga dapat memenuhi kebutuhan beban pada sistem dengan biaya produksi minimum [1],[5],[9],[10]. Dalam perhitungan masalah *economic dispatch* telah banyak digunakan pendekatan konvensional seperti metode *Gradient*, metode *Iterasi Lambda*, metode *Newton*, algoritma *Linear Programming*, algoritma *Dynamic Programming* dan lain sebagainya [3]. Metode konvensional dapat menemukan *good solution* dalam waktu yang cepat tetapi dengan pemilihan inisialisasi nilai awal ( $\lambda$ ) yang tidak mudah dan kurang efisien serta metode tersebut hanya dapat diaplikasikan pada masalah sederhana dalam skala kecil. Metode optimasi heuristik pun telah banyak diaplikasikan untuk menyelesaikan permasalahan *economic dispatch* antara lain *Algoritma Genetika* (GA) [6], *Tabu Search* (TS) [8], *Evolutionary Programming* (EP) [14], *Ant Colony Optimization* (ACO) [11], dan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Sedangkan metode jaringan syaraf tiruan yang telah digunakan diantaranya adalah *Simulated Annealing* (SA) [12], dan *Hopfield Network* (HN) [4]. Metode tersebut dapat digunakan untuk permasalahan yang kompleks, akan tetapi masih dihasilkan laju konvergen yang lambat untuk mendekati solusi optimal. Oleh karena itu masih diperlukan

*improvement* untuk mendapatkan solusi yang lebih baik. Dari beberapa pertimbangan terhadap kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode tersebut maka dalam penelitian ini akan dibandingkan metode *Lagrange Multiplier* dengan metode *Gaussian Particle Swarm Optimization (GPSO)* untuk mencari solusi dari permasalahan *economic dispatch* dan kemudian akan dilakukan analisis dan uji hipotesa dari keakuratannya.

## II. METODA PENELITIAN

Pada bab ini akan dipaparkan langkah-langkah yang digunakan untuk membahas permasalahan dalam penelitian. Pada bab ini juga dijelaskan bahan dan *software* yang digunakan dalam membantu penyelesaian permasalahan.

### A. Bahan Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sistem kelistrikan wilayah Kalimantan Timur sistem Mahakam [2] sebagai berikut :

1. Data kapasitas pembangkit termal
2. Data input output pembangkit termal
3. Data pembebanan maksimum dan minimum pembangkit
4. Harga bahan bakar yang digunakan pada pembangkit termal.

### B. Software yang digunakan

Pada penelitian ini, *software* yang digunakan untuk melakukan simulasi adalah MATLAB 6.5. Simulasi diimplementasikan pada Notebook dengan spesifikasi Processor Intel Dual-Core 2.0 GHz, memori utama sebesar 512 MB dan menggunakan sistem Operasi Windows XP.

### C. Biaya Operasional Pembangkit Termal

Biaya operasi dari suatu sistem tenaga listrik merupakan biaya terbesar dalam pengoperasian suatu perusahaan listrik. Biaya yang dikeluarkan tersebut ditentukan oleh biaya investasi dan biaya operasi atau biaya produksi. Besar biaya investasi tidak tergantung pada besar daya keluaran pembangkit tetapi bergantung pada besar kapasitas daya terpasang pembangkit. Biaya investasi meliputi biaya pembangunan pusat pembangkit, jaringan transmisi dan distribusi serta peralatan sistem lainnya, sedangkan biaya operasi atau biaya produksi merupakan semua biaya yang dikeluarkan dalam pengoperasian suatu pembangkit. Untuk sistem yang sudah ada (telah beroperasi) biaya investasi telah tertentu besarnya. Dari hal tersebut, maka dalam pengoperasian sistem tenaga listrik perlu mengacu pada suatu manajemen operasi yang baik terutama karena melibatkan biaya operasi yang terbesar. Manajemen operasi sistem tenaga listrik yang baik harus mampu menyediakan tenaga listrik seekonomis mungkin dengan tetap memperhatikan mutu dan keandalan. Perhitungan yang ekonomis merupakan proses pembagian beban total ke masing-masing pusat pembangkitnya, sehingga total biaya pembangkitan dapat ditekan

seminimal mungkin. Meminimumkan biaya operasi pembangkitan adalah merupakan optimisasi, sehingga optimisasi pembangkitan dapat didefinisikan sebagai suatu proses pembangkitan yang bertujuan untuk mengoptimalkan daya dan meminimumkan biaya pembangkitan [3].

### D. Unit Pembangkit Termal

Pembangkit termal dikategorikan ke dalam pembangkit yang energi penggerakannya selain menggunakan energi air. Perhitungan optimal diterapkan pada pembangkit termal dimulai dengan pertimbangan harga bahan bakar termurah, yaitu pada pembangkit tenaga uap, tenaga gas dan tenaga diesel sehingga pembangkit tipe ini dioperasikan terlebih dahulu. Harga bahan bakar berubah secara tidak linear dengan bertambahnya daya output yang dihasilkan. Untuk menentukan kinerja dari pembangkit termal dapat dijelaskan melalui karakteristik input-outputnya [3].

### E. Karakteristik Ekonomis Pembangkit Termal

Dalam analisis permasalahan yang berhubungan dengan pengoperasian suatu sistem daya, terdapat banyak parameter-parameter yang menjadi perhatian. Hal yang mendasar pada persoalan operasi ekonomis pembangkit adalah karakteristik input-output, karakteristik *heat rate*, dan karakteristik *incremental heat rate* dan *fuel cost* pada suatu unit pembangkit termal.

### F. Karakteristik Input-Output Pembangkit Termal

Karakteristik input output pembangkit termal adalah karakteristik yang menggambarkan hubungan antara besarnya input bahan bakar (kalori/jam atau Rupiah /jam) yang diberikan pada unit pembangkit sebagai fungsi dari outputnya (MW). Pada umumnya karakteristik input output pembangkit termal didekati dengan fungsi polinomial orde dua karena kenaikan harga bahan bakar yang tidak linear tergantung pada karakteristik unit pembangkit yaitu

$$H_i = \alpha_i + \beta_i P_i + \gamma_i P_i^2 \quad (1)$$

dengan :

$H_i$  = input bahan bakar pembangkit termal ke- $i$  (Mkal/jam)

$P_i$  = Output pembangkit termal ke- $i$  (MW)

$\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$  = Konstanta input-output pembangkit termal ke -  $i$

Output listrik dari sistem pembangkit termal selain disalurkan melalui jaringan transmisi pada suatu sistem tenaga listrik juga digunakan pada sistem tenaga bantu (*auxiliary power system*) pada suatu pusat pembangkit. Unit turbin uap membutuhkan 2-6 % dari output kotor untuk tenaga penggerak turbin (*boiler*), pompa, kipas, lampu dan sebagainya. Untuk menggambarkan karakteristik input-output, input kotor direpresentasikan sebagai input total yang diukur dalam rupiah per jam dan output bersih pada suatu plant adalah output daya listrik dalam MW yang disediakan oleh sistem pembangkit tenaga

listrik [3]. Gambar 4.1 adalah karakteristik input-output unit pembangkit termal yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

- 1). Input dari pembangkit dinyatakan dalam :  
 $H = \text{Mkal/jam}$  (energi panas yang dibutuhkan), atau  
 $F = \text{Rupiah/jam}$  ( total biaya bahan bakar)

- 2). Output dari pembangkit dinyatakan dalam :

$$P = \text{MW (daya).}$$

Untuk membuat persamaan biaya operasional atau pembangkitan energi listrik dengan menggunakan rumus :

$$F_i = R_i \times H_i \quad (2)$$

dengan :

$F_i$  = Persamaan Biaya pembangkitan dalam Rp/jam

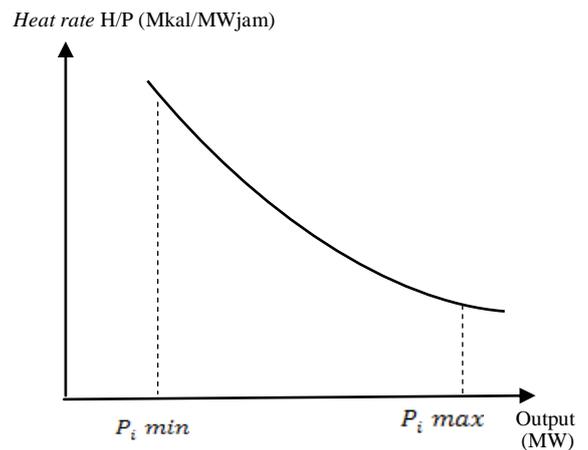
$R_i$  = Harga bahan bakar dalam Rp/Mkal

$H_i$  = Fungsi karakteristik input-output dalam Mkal/jam.

Data karakteristik input-output biasanya diperoleh dari hasil perhitungan desain atau dari hasil pengukuran. Unit pembangkit termal mempunyai batas kritis operasi minimum dan maksimum, batas beban minimum umumnya disebabkan oleh kestabilan pembakaran dan masalah desain generator, sebagai contoh beberapa unit pembangkit termal tidak dapat beroperasi di bawah 30% dari kapasitas desain pembangkit[3].

#### G. Karakteristik Heat Rate

Karakteristik *Heat Rate* adalah karakteristik yang merupakan efisiensi dari mesin. Untuk pemakaian bahan bakar, karakteristik *heat rate* sebuah unit pembangkit merupakan input panas yang diberikan untuk menghasilkan energi Mkal/jam tiap mega watt output dari suatu unit pembangkit. Kurva dari karakteristik *heat rate* dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Kurva karakteristik *heat rate* dari pembangkit termal

#### H. Karakteristik Incremental Heat Rate dan Incremental Fuel Cost

Bentuk lain dari karakteristik pembangkit adalah karakteristik *incremental heat rate*, dan *karakteristik incremental fuel cost*. Karakteristik ini menunjukkan besarnya kenaikan input energi atau harga bahan bakar tiap ada perubahan pada Megawatt output unit pembangkit. Kurva dari karakteristik *incremental heat rate* atau *incremental fuel cost* dapat dilihat pada Gambar 3 bawah ini, sedangkan persamaan *incremental heat rate* dan persamaan *incremental fuel cost* dapat dilihat pada persamaan (3) hingga (6).

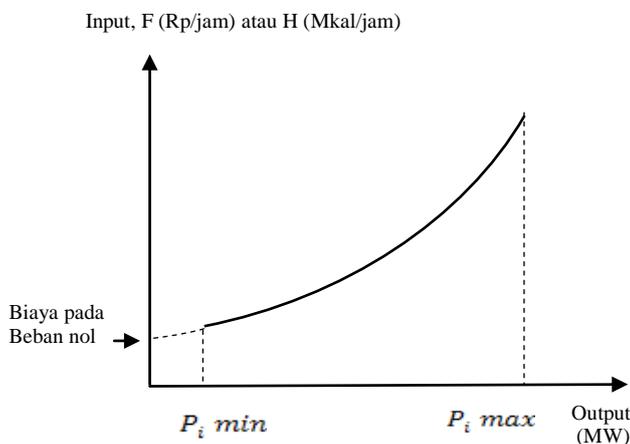
$$\text{Incremental heat rate} : \frac{\Delta H}{\Delta P} \left( \frac{\text{Mkal}}{\text{MWjam}} \right) \quad (3)$$

$$\text{Incremental fuel cost} : \frac{\Delta F}{\Delta P} \left( \frac{\text{Rupiah}}{\text{MWjam}} \right) \quad (4)$$

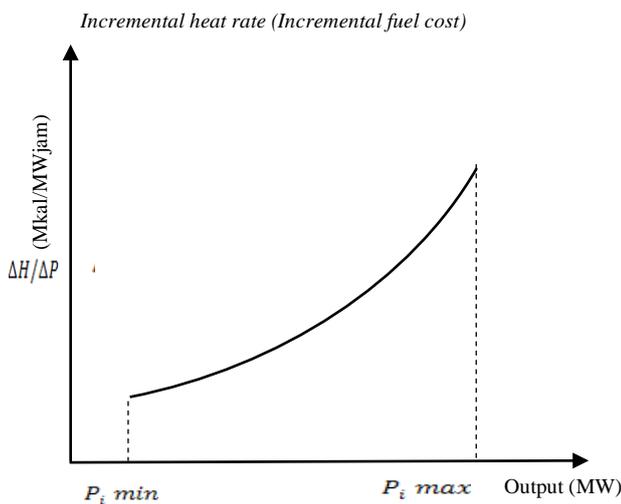
Jika nilai  $\Delta$  sangat kecil maka persamaan diatas dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Incremental heat rate} = \frac{dH}{dP} \left( \frac{\text{Mkal}}{\text{MWjam}} \right) \quad (5)$$

$$\text{Incremental fuel cost} = \frac{dF}{dP} \left( \frac{\text{Rupiah}}{\text{MWjam}} \right) \quad (6)$$



Gambar 1. Kurva karakteristik input-output pembangkit termal



Gambar 3 Kurva karakteristik incremental heat rate (incremental fuel cost) pembangkit termal

I. Perumusan Masalah Economic Dispatch

Fungsi obyektif dari masalah economic dispatch adalah

$$fT = \sum_{i=1}^N F_i(P_i) \quad (7)$$

dengan

$$F_i(P_i) = a_i + b_i P_i + c_i P_i^2 \quad (8)$$

dimana :

$fT$  = Total biaya pembangkitan (Rupiah/jam).

$F_i(P_i)$  = Fungsi biaya input -Output dari generator i (Rupiah/jam)

$P_i$  = Output daya generator i (MW)

$N$  = Jumlah unit generator yang beroperasi

$i$  = indeks dari banyaknya unit generator yang beroperasi

$a_i, b_i, c_i$  = koefisien biaya bahan bakar (fuel cost) dari generator i.

Satuan dari koefisien  $a_i$  adalah Rp/jam,  $b_i$  adalah Rp/MW.jam dan  $c_i$  adalah Rp/MW<sup>2</sup>.jam.[3],[7],[13].

Persamaan kendala pada permasalahan economic dispatch adalah:

$$\sum_{i=1}^N P_i = P_D \quad (9)$$

dengan :

$P_D$  = Total daya kebutuhan sistem (MW)

$P_i$  = Output daya generator i (MW)

$N$  = Jumlah unit generator yang beroperasi

$i$  = indeks dari banyaknya unit generator yang beroperasi.

Pertidaksamaan kendala yang harus dipenuhi adalah :

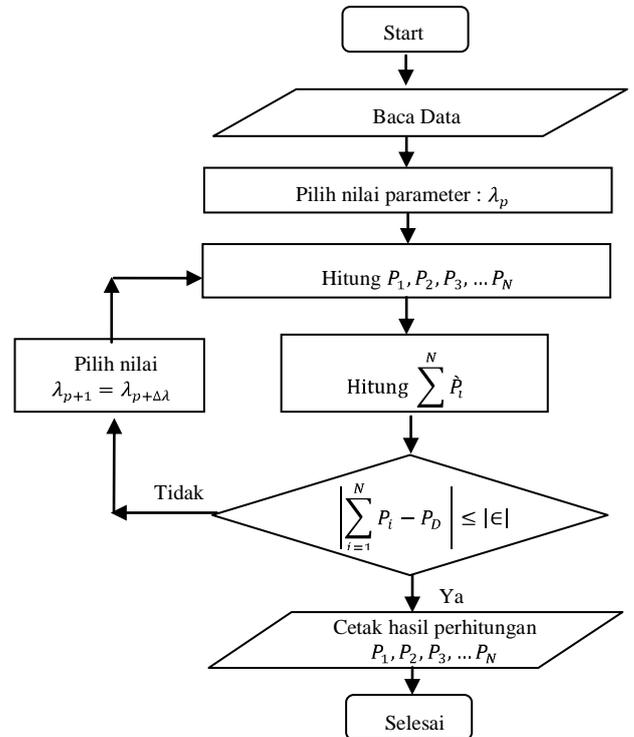
$$P_{i \min} \leq P_i \leq P_{i \max} \quad (10)$$

dengan :

$P_{i \min}$  dan  $P_{i \max}$  adalah output daya minimum dan maksimum generator i.

J. Tahap Penyelesaian dengan Metoda Lagrange Multiplier

Metoda Lagrange Multiplier merupakan metoda konvensional dengan menentukan persamaan Lagrange antara fungsi obyektif dan konstrain. Tahapan-tahapan metoda Lagrange Multiplier secara jelas seperti ditunjukkan pada Gambar 4 (Marsudi, 2006).



Gambar 4. Flowchart metode Lagrange Multiplier

Langkah-langkah Tahapan metoda Lagrange Multiplier adalah :

- 1) Baca data  
 Data – data yang harus diperhatikan adalah besarnya beban yang diminta, persamaan incremental cost, batas daya minimum dan batas daya maksimum yang akan dibangkitkan.
- 2) Inisialisasi nilai parameter  
 Nilai awal parameter  $\lambda$  dipilih dan ditentukan berdasarkan pengalaman perhitungan (trial and error).
- 3) Menghitung masing-masing nilai dari  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_N$
- 4) Menghitung total daya yang dibangkitkan ( $\sum_{i=1}^N P_i$ )
- 5) Mengevaluasi besarnya nilai persamaan kendala yaitu error selisih antara total daya yang dibangkitkan dan beban, jika besarnya error memenuhi toleransi yang ditentukan (0.0001) maka

menuju langkah 6. Jika belum memenuhi toleransi kembali ke langkah 3.

- 6) Solusi  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_N$  telah didapatkan.
- 7) Proses selesai.

#### K. Tahap Penyelesaian dengan Algoritma Gaussian Particle Swarm Optimization (GPSO)

Metode PSO yang digunakan dalam penelitian ini adalah PSO yang dikombinasikan dengan fungsi distribusi probabilitas Gaussian (GPSO) yang digunakan untuk membangkitkan bilangan random. Distribusi Gaussian dapat memberikan konvergensi yang lebih cepat dalam pencarian lokal. Distribusi Gaussian digunakan untuk mengenerate bilangan random dalam interval  $[-1,1]$  pada koefisien akselerasi “*cognitive part*”, koefisien akselerasi “*social part*” dan inialisasi posisi dan kecepatan individu awal. Variabel-variabel yang digunakan bernilai integer dan bobot *inertia* bersifat dinamik dalam persamaan linear. Tahapan-tahapan GPSO secara jelas ditunjukkan pada Gambar 5.

Prosedur implementasi dari GPSO dapat dijelaskan dalam tahap-tahap berikut :

##### Step 1. Inialisasi

Inialisasi *swarm* (populasi) dari partikel dengan posisi dan kecepatan secara random dalam n dimensi ruang masalah menggunakan fungsi probabilitas berdistribusi Gaussian.

##### Step 2. Evaluasi

Evaluasi nilai fitness yaitu fungsi obyektif dari tiap-tiap partikel dalam *swarm* (populasi).

##### Step 3. Perbandingan pertama

Bandingkan masing-masing partikel fitness dengan partikel *pbest*. Jika nilai sekarang lebih baik dari *pbest*, maka set nilai *pbest* sama dengan nilai sekarang dan lokasi *pbest* sama dengan lokasi sekarang dalam n- dimensi space.

##### Step 4. Perbandingan kedua

Bandingkan nilai fitness dengan populasi secara keseluruhan sebelum mencapai *best*. Jika nilai sekarang lebih baik dari *gbest*, maka ubah *gbest* ke nilai dan barisan indeks partikel sekarang.

##### Step 5. Update

Ubah kecepatan dan posisi partikel .

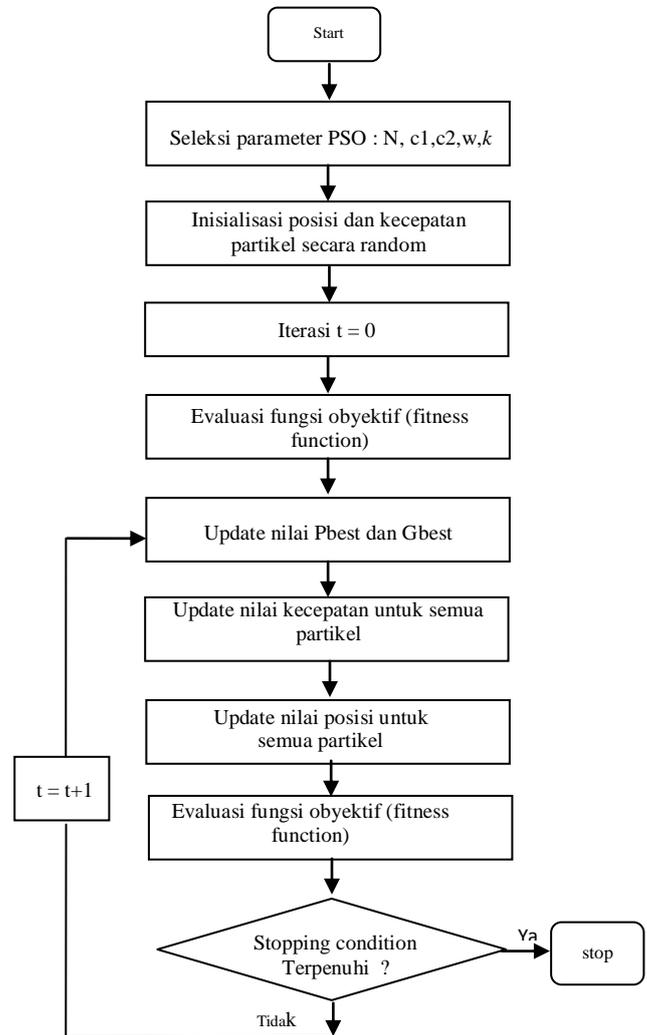
##### Step 6. Kriteria pemberhentian

Kembali ke step 2 sampai kriteria berhenti terpenuhi, biasanya syarat cukup nilai fitness terbaik atau banyaknya iterasi maksimum.

#### L. Tahap Perbandingan Hasil

Tahap perbandingan hasil merupakan tahap membandingkan antara algoritma implementasi yang

digunakan dilihat dari hasil output daya yang dibangkitkan, *error dispatch*, dan total biaya pembangkitan dengan data real sistem. Dengan membandingkan hasil yang diperoleh, dapat diketahui analisis performansi dari algoritma *Lagrange Multiplier* dan *Gaussian Particle Swarm Optimization (GPSO)*.



Gambar 5. Flow chart metode GPSO

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persamaan biaya bahan bakar (*fuel-cost*) pada tiap unit pembangkit yang dioperasikan diperoleh dengan cara mengalikan persamaan karakteristik input- output dengan harga bahan bakarnya, dalam hal ini harga bahan bakar yang ditetapkan per 1 Desember 2007 yaitu untuk gas Rp 4250,- per kilogram dan untuk solar Rp 5750,- per liter, sehingga diperoleh persamaan input-output dalam rupiah per jam seperti yang terlihat pada TABEL 1.

TABEL 1. PERSAMAAN BIAYA PEMBANGKITAN UNIT-UNIT PEMBANGKIT TERMAL SISTEM MAHAKAM

No	Nama Pembangkit	Persamaan biaya bahan bakar
1	PLTD Gunung Malang Unit 1	$F_1 = 90,1715 P_1^2 + 8467,45P_1 + 4895325,75$
2	PLTD Gunung Malang Unit 2	$F_2 = 92,414 P_2^2 + 11615,575P_2 + 5218198,6$
3	PLTD Gunung Malang Unit 3	$F_3 = 16,51745 P_3^2 + 161,667P_3 + 4796112,375$
4	PLTD Gunung Malang Unit 4	$F_4 = 149,29875 P_4^2 + 16974,575P_4 + 5369538,025$
5	PLTD Gunung Malang Unit 5	$F_5 = 179,078 P_5^2 + 3473P_5 + 4079930,325$
6	PLTD Gunung Malang Unit 6	$F_6 = 165,54825 P_6^2 + 4382,0175P_6 + 4797215,225$
7	PLTD Batakan Unit 1	$F_7 = 69,69 P_7^2 + 2054,0725P_7 + 5919384,075$
8	PLTD Batakan Unit 2	$F_8 = 241,454P_8^2 + 28350,375P_8 + 6960981,05$
9	PLTD Keledang Unit 1	$F_9 = 23,857325 P_9^2 + 596,16P_9 + 6272844,05$
10	PLTD Keledang Unit 2	$F_{10} = 220,525 P_{10}^2 + 19107,825P_{10} + 5386037,075$
11	PLTD Keledang Unit 3	$F_{11} = 236,6125 P_{11}^2 + 32649,075P_{11} + 6129707,575$
12	PLTD Keledang Unit 4	$F_{12} = 759,1725 P_{12}^2 + 3174,5175P_{12} + 4172226,45$
13	PLTD Keledang Unit 5	$F_{13} = 157,29125 P_{13}^2 + 44867,25P_{13} + 118808111,7$
14	PLTGU Tanjung Batu Unit 1	$F_{14} = 12,20685 P_{14}^2 + 12839,675P_{14} + 4134429,325$
15	PLTGU Tanjung Batu Unit 2	$F_{15} = 13,784025 P_{15}^2 + 12795,05P_{15} + 3710490,55$
16	PLTGU Tanjung Batu Unit 3	$F_{16} = 18,11265 P_{16}^2 + 13192,425P_{16} + 2975259,25$
17	PLTD Karang Asam Unit 1	$F_{17} = 6,4354 P_{17}^2 + 83,67975P_{17} + 5032347,1$
18	PLTD Karang Asam Unit 2	$F_{18} = 67,45325 P_{18}^2 + 2155,905P_{18} + 5055899,1$
19	PLTD Karang Asam Unit 3	$F_{19} = 20,053125 P_{19}^2 + 1777,67P_{19} + 5076421,425$
20	PLTD Karang Asam Unit 4	$F_{20} = 89,8265 P_{20}^2 + 3512,56P_{20} + 5089456,675$
21	PLTD Karang Asam Unit 5	$F_{21} = 138,4485P_{21}^2 + 6511,3P_{21} + 4973906,4$
22	PLTD Karang Asam Unit 6	$F_{22} = 139,955 P_{22}^2 + 44210,6P_{22} + 11884626,13$
23	PLTD Karang Asam Unit 7	$F_{23} = 54,744025 P_{23}^2 + 7118,5P_{23} + 8093914,475$

Sumber : Data PT PLN (Persero) P3B wilayah Kalimantan Timur

TABEL 2 PERSAMAAN INCREMENTAL FUEL COST (IFC) PEMBANGKIT TERMAL SISTEM MAHAKAM

No	Nama Pembangkit	Persamaan incremental fuel cost
1	PLTD Gunung Malang Unit 1	$\lambda = 180,343P_1 + 8467,4$
2	PLTD Gunung Malang Unit 2	$\lambda = 184,828 P_2 + 11615,575$
3	PLTD Gunung Malang Unit 3	$\lambda = 33,0349 P_3 + 161,667$
4	PLTD Gunung Malang Unit 4	$\lambda = 298,5975 P_4 + 16974,575$
5	PLTD Gunung Malang Unit 5	$\lambda = 358,156 P_5 + 3473$
6	PLTD Gunung Malang Unit 6	$\lambda = 331,0965 P_6 + 4382,0175$
7	PLTD Batakan Unit 1	$\lambda = 139,38 P_7 + 2054,0725$
8	PLTD Batakan Unit 2	$\lambda = 482,908P_8 + 28350,375$
9	PLTD Keledang Unit 1	$\lambda = 47,71465P_9 + 596,16$
10	PLTD Keledang Unit 2	$\lambda = 441,048 P_{10} + 19107,825$
11	PLTD Keledang Unit 3	$\lambda = 473,225 P_{11} + 32649,075$
12	PLTD Keledang Unit 4	$\lambda = 1518,345 P_{12} + 3174,5175$
13	PLTD Keledang Unit 5	$\lambda = 314,5825 P_{13} + 44867,25$
14	PLTGU Tanjung Batu Unit 1	$\lambda = 24,4137 P_{14} + 12839,675$
15	PLTGU Tanjung Batu Unit 2	$\lambda = 27,56805 P_{15} + 12795,05$
16	PLTGU Tanjung Batu Unit 3	$\lambda = 36,2253 P_{16} + 13192,425$
17	PLTD Karang Asam Unit 1	$\lambda = 12,8708P_{17} + 83,67975$
18	PLTD Karang Asam Unit 2	$\lambda = 134,9065 P_{18} + 2155,905$
19	PLTD Karang Asam Unit 3	$\lambda = 40,10625 P_{19} + 1777,67$
20	PLTD Karang Asam Unit 4	$\lambda = 179,653 P_{20} + 3512,56$
21	PLTD Karang Asam Unit 5	$\lambda = 276,897P_{21} + 6511,3$
22	PLTD Karang Asam Unit 6	$\lambda = 279,91 P_{22} + 44210,6$
23	PLTD Karang Asam Unit 7	$\lambda = 109,48805 P_{23} + 7118,5$

Data daya yang dibangkitkan dan biaya pembangkitan dari sistem tenaga listrik Mahakam ditunjukkan pada TABEL 3. Data diperoleh dari laporan harian sistem Mahakam Kalimantan Timur pada tanggal 9 Desember 2007. Pada tanggal tersebut beban puncak terjadi pada pukul 20 Wita sebesar 125,1 MW.

TABEL 3. OUTPUT PEMBANGKIT YANG BEROPERASI BESERTA BIAYA OPERASI.

No	Nama Pembangkit	Daya terbangkit (MW)	Biaya Operasi (Rupiah/jam)
1	PLTD Gunung Malang Unit 1	3,0	4.921.539,6435
2	PLTD Gunung Malang Unit 2	3,0	5.253.877,051

Berikut ini adalah persamaan *incremental fuel cost* yang diperoleh dari proses diferensiasi pertama persamaan biaya pembangkitan bahan bakar dalam TABEL 2.

3	PLTD Gunung Malang Unit 3	3,0	4.796.746,033
4	PLTD Gunung Malang Unit 4	3,0	5.421.805,4388
5	PLTD Gunung Malang Unit 5	3,0	4.091.961,027
6	PLTD Gunung Malang Unit 6	3,0	4.811.851,2117
7	PLTD Batakan Unit 1	3,5	5.927.427,0313
8	PLTD Batakan Unit 2	3,5	7.063.165,174
9	PLTD Keledang Unit 1	3,5	6.275.222,8622
10	PLTD Keledang Unit 2	3,1	5.447.390,5778
11	PLTD Keledang Unit 3	3,4	6.243.449,6705
12	PLTD Keledang Unit 4	3,0	4.188.582,555
13	PLTD Keledang Unit 5	5,7	119.068.965,4177
14	PLTGU Tanjung Batu Unit 1	20,4	4.401.438,6977
15	PLTGU Tanjung Batu Unit 2	18,4	3.950.586,1895
16	PLTGU Tanjung Batu Unit 3	15,4	3.182.718,1911
17	PLTD Karang Asam Unit 1	3,2	5.032.680,7737
18	PLTD Karang Asam Unit 2	3,2	5.063.488,7173
19	PLTD Karang Asam Unit 3	3,2	5.082.315,313
20	PLTD Karang Asam Unit 4	3,2	5.101.616,6904
21	PLTD Karang Asam Unit 5	3,2	4.996.160,2726
22	PLTD Karang Asam Unit 6	5,8	12.145.755,6962
23	PLTD Karang Asam Unit 7	5,4	8.133.950,7108
	<b>Total</b>	<b>125,1</b>	<b>240.602.694,9458</b>

Sumber : Data PT PLN (Persero) P3B wilayah Kalimantan Timur

Parameter-parameter yang digunakan untuk mengimplementasikan algoritma GPSO untuk menyelesaikan *economic dispatch* pembangkit termal sistem Mahakam wilayah Kalimantan Timur adalah sebagai berikut

- ukuran populasi : 200
- bobot inerti maksimum (w min) : 0.4
- koefisien akselerasi individu (c1) : 2
- bobot inerti maksimum (w maks) : 0.9
- koefisien akselerasi kelompok (c2) : 2
- iterasi maksimal : 10.000

Hasil perhitungan biaya bahan bakar masing-masing pembangkit dengan metode *Lagrange Multiplier* dan

*Gaussian Particle Swarm Optimization* akan diuraikan pada TABEL 4 sebagai berikut :

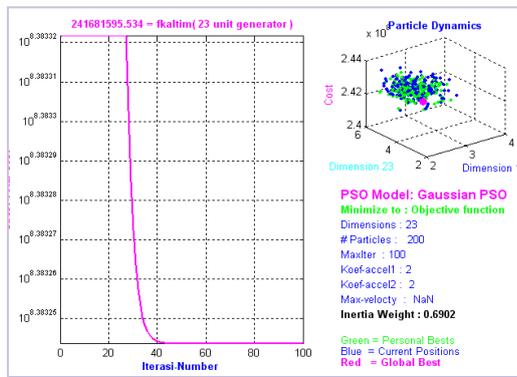
A. Hasil Perhitungan dengan Metode Lagrange Multiplier dan GPSO

TABEL 4. PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN PROGRAM ECONOMIC DISPATCH DENGAN OPTIMASI METODE LAGRANGE MULTIPLIER DAN GPSO

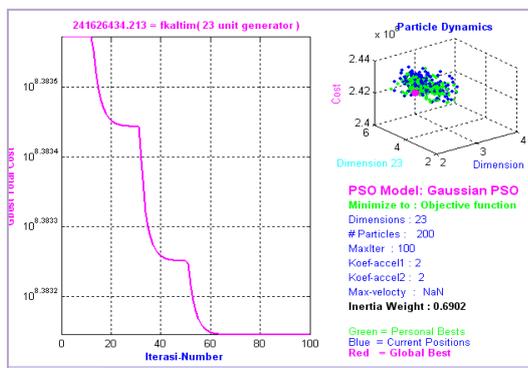
No	Nama Pembangkit	Metode Lagrange Multiplier		Metode GPSO	
		Daya (MW)	Biaya Operasi/ Pembangkitan (Rupiah / jam)	Daya (MW)	Biaya Operasi/ Pembangkitan (Rupiah / jam)
1	PLTD Gunung Malang Unit 1	2	4.912.621,336	3.2	4.923.344,9462
2	PLTD Gunung Malang Unit 2	3.2	5256.314,7594	3.2	5.256.314,7594
3	PLTD Gunung Malang Unit 3	3.3	4.796.825,7511	3.3	4.796.825,7511
4	PLTD Gunung Malang Unit 4	3.1	5.423.593,9685	3.3	5.427.179,9859
5	PLTD Gunung Malang Unit 5	3.2	4.092.877,6837	3.2	4.092.877,6837
6	PLTD Gunung Malang Unit 6	3.2	4.812.932,8951	3.2	4.812.932,8951
7	PLTD Batakan Unit 1	3.8	5.928.195,8741	3.8	5.928.195,8741
8	PLTD Batakan Unit 2	3.2	7.054.174,739	3.6	7.066.171,6438
9	PLTD Keledang Unit 1	4	6.275610,4072	4	6.275.610,4072
10	PLTD Keledang Unit 2	3.2	5.449.440,291	3.2	5.449.440,291
11	PLTD Keledang Unit 3	3.6	6.250.310,743	2.3	6.206.052,1276
12	PLTD Keledang Unit 4	3.2	4190158,8324	3.2	4.190.158,8324
13	PLTD Keledang Unit 5	4.7	11.902.246,3387	3.0	118.944.129,0713
14	PLTGU Tanjung Batu Unit 1	21	4409445,7209	21	4.409.445,7209
15	PLTGU Tanjung Batu Unit 2	20	3.971.905,16	20	3.971.905,16
16	PLTGU Tanjung Batu Unit 3	13.2	3.152.555,2081	16	3.190.974,8884
17	PLTD Karang Asam Unit 1	3.3	5.032.693,3247	3.3	5.032.693,3247
18	PLTD Karang Asam Unit 2	3.4	5.064.008,9366	3.4	5.064.008,9366
19	PLTD Karang Asam Unit 3	3.3	5.082.506,1145	3.3	5.082.506,1145
20	PLTD Karang Asam Unit 4	3.3	5.102.026,3336	3.3	5.102.026,3336
21	PLTD Karang Asam Unit 5	3.3	4.996.901,3942	3.3	4.996.901,3942
22	PLTD Karang Asam Unit 6	4.6	120.90.956,3378	3.0	12.018.517,525

23	PLTD Karang Asam Unit 7	6	8.138.596,2599	6	8.138.596,2599
<b>Total</b>		<b>125,1</b>	<b>240.507.114,4095</b>	<b>125,1</b>	<b>240.376.809,9264</b>

Beberapa kurva hasil simulasi pembangkit termal sistem Mahakam menggunakan GPSO dapat dilihat pada Gambar 6.

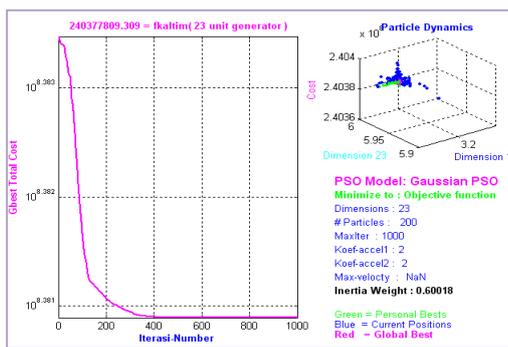


(a)

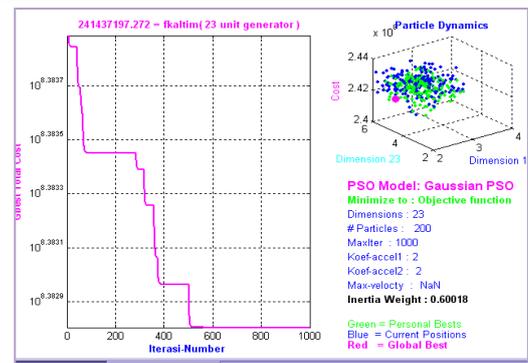


(b)

Gambar 6 (a),(b) Kurva hasil plot GPSO dengan 100 iterasi

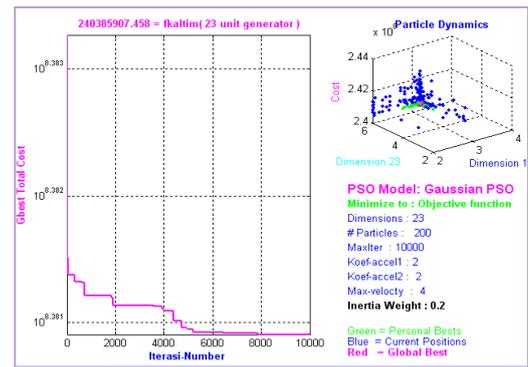


(c)

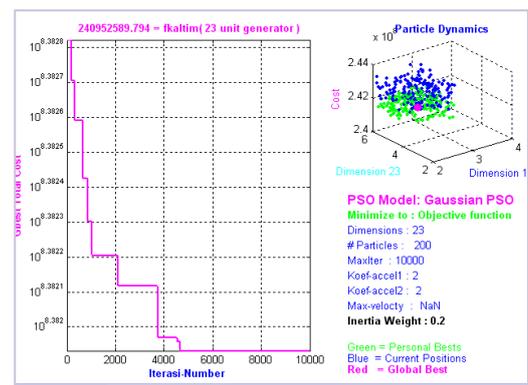


(d)

Gambar 6 (c),(d) Kurva plot GPSO untuk 1000 iterasi



(e)



(f)

Gambar 6 (e),(f) Kurva plot GPSO untuk 10000 iterasi

Berikut ini TABEL5 berisi perbandingan hasil konvergensi dari metode Lagrange Multiplier dan GPSO pada perhitungan *economic dispatch* sistem pembangkitan tenaga listrik Mahakam Kalimantan Timur.

TABEL 5. HASIL KONVERGENSI STUDI KASUS SISTEM MAHAKAM DENGAN BEBAN 125,1 MW

Metode	Error dispatch (MW)	Nilai fitness (Rp/jam)
Lagrange Multiplier	0,00002871	591.771.674,3461
GPSO	0	591.688.421,8665

B. Analisis Hasil Simulasi

Analisis hasil simulasi berdasarkan solusi yang diperoleh dari dua metode tersebut pada studi kasus sistem tenaga listrik Mahakam Kalimantan Timur. Metode GPSO yang merupakan teknik heuristik dengan kombinasi bilangan random berdistribusi Gaussian mampu mendapatkan solusi yang lebih baik dari metoda *Lagrange Multiplier*

- Dari beberapa uji coba atau *running* program ini, metode GPSO lebih cepat dalam pencarian minimum lokal atau lebih baik dalam mendapatkan konvergensi daripada metode PSO dasar.
- Perhitungan *economic dispatch* dengan menggunakan metode GPSO memberikan akselerasi konvergensi yang berbeda disebabkan karena hasil random untuk posisi awal suatu partikel atau individu juga berbeda sehingga mengakibatkan *globalbest* yang berbeda yang dapat mempengaruhi akselerasi konvergensinya.
- Pada permasalahan *economic dispatch*, dalam hal ini untuk data pembangkitan sistem tenaga listrik wilayah Kalimantan Timur, hasil perhitungan yang diperoleh dengan metode *Lagrange Multiplier* dibandingkan data real sistem PLN (Persero) lebih optimum dengan penghematan biaya pembangkitan Rp 95.580,5363 per jam (efisiensi biaya bahan bakar sebesar 0,04% per jam). Untuk tingkat optimum penghematan biaya pembangkitan metode GPSO dibandingkan data pembangkitan PT PLN (persero) adalah Rp 225.885,0194 per jam (efisiensi biaya bahan bakar sebesar 0,09% per jam). Sedangkan tingkat optimum penghematan biaya pembangkitan dari metode GPSO dibandingkan *Lagrange Multiplier* adalah Rp 130.304,4831 per jam (efisiensi biaya bahan bakar sebesar 0,05% per jam).

### III. SIMPULAN

Dengan mengimplementasikan metode *Lagrange Multiplier* dan GPSO untuk menghitung *economic dispatch* pada studi kasus data pembangkit termal sistem Mahakam Kalimantan Timur (Bahtiar, 2008) dapat ditarik kesimpulan dari hasil simulasi sebagai berikut

- Hasil simulasi yang dilakukan pada pembangkit termal Sistem Mahakam Kalimantan Timur dengan menggunakan GPSO memberikan performansi solusi yang lebih baik dibandingkan dengan metode *Lagrange Multiplier* dengan kombinasi daya yang dibangkitkan dapat memenuhi persamaan kendala dan pertidaksamaan kendala yang telah ditentukan.
- Pada sistem tenaga listrik pembangkit termal wilayah Kalimantan Timur sektor Mahakam, total biaya bahan bakar yang diperoleh dengan metode GPSO adalah sebesar Rp 240.376.809,9264 per jam sedangkan dengan metode *Lagrange Multiplier* sebesar Rp 240.507.114,4095 per jam. Tingkat optimum penghematan biaya pembangkitan dari metode GPSO dibandingkan *Lagrange Multiplier* adalah Rp 130.304,4831 per jam.

- Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan metode GPSO maupun *Lagrange Multiplier* diperoleh hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan real sistem di lapangan (PT PLN Persero).

Adapun prospek pengembangan dari hasil penelitian ini yang dapat digunakan sebagai kajian penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

- 1) Metode *Gaussian Particle Swarm Optimization* (GPSO) yang digunakan pada penelitian ini masih memerlukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut atau dapat juga dikombinasikan dengan metode lain untuk dapat lebih memperbaiki performansinya.
- 2) Permasalahan *economic dispatch* pada penelitian ini dapat diperluas dengan penghitungan rugi-rugi daya transmisi, biaya pemeliharaan dan perbaikan mesin. Selain itu fungsi obyektif yang meminimumkan total biaya bahan bakar dapat dikombinasikan dengan fungsi obyektif yang meminimumkan emisi polutan dari proses pembangkitan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zhao,B dan Cao,Y.J, "Multiple Objective Particle Swarm Optimization technique for Economic Load Dispatch", *Journal of Zhejiang University SCIENCE*, Vol 6, No.5, hal 420-427,2005
- [2] Bahtiar , "Optimisasi Operasi Pembangkit Sistem Mahakam PT PLN (persero) wilayah Kalimantan Timur menggunakan Breeder Genetic Algorithm (BGA)", Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya, 2008
- [3] Wood, A.J dan Wollenberg, B.F , *Power Generation, Operation And Control*, 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1996
- [4] Dieu, V.N, Ongsakul,W, "Augmented Lagrange Hopfield Network for Large Scale Economic Dispatch", *International Symposium on Electrical and Electronics Engineering*, HCM City, Vietnam, Vol 2, hal 19-26, 2007
- [5] El-Ela, A.A.A. dan El-Schiemy, R.A.A, "Optimized Generation Costs Using Modified Particle Swarm Optimization Version", *WSEAS Transactions on Power Systems*, Vol.2, No.10, hal 225-232, 2007
- [6] Laoufi, A, Hazzab, A, dan Rahli, M,"Economic Power Dispatch Using Fuzzy-Genetic Algorithm", *International Journal of Applied Engineering Research*, Vol.1, No.3, hal 409-426, 2006
- [7] Marsudi, D, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, edisi pertama, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006
- [8] Ongsakul, W, Dechanupaprittha, S, dan Ngamroo, I, "Parallel tabu search algorithm for constrained economic dispatch", *IEE Proceeding of Generation, Transmission and Distribution*, Vol 151, hal 157-166, 2004
- [9] Panigrahi, B.K , Pandi, V.R, dan Das, S, "Adaptive Particle Swarm Optimization approach for static and dynamic economic load dispatch", *Journal of Energy Conversion and Management*, No.49, Hal 1407-1415, 2008
- [10] Park, J.B, Shin, J.R. dan Jeong, Y.W, "An Improved Particle Swarm Optimization for Economic Dispatch with Valve - Point Effect", *International journal of Innovation in Energy System and Power*, Vol. 1, No.1, hal. 1-6, 2006
- [11] Slimani, L, dan Bouktir , T, "Economic Power Dispatch of Power System with Pollutan Control using Multiobjective Ant Colony Optimization", *International Journal of Computational Intelligence Research*, Vol.3, No.2, hal 145-153, 2007

- [12] Wong, K.P dan Chung, C.C, "Simulated Annealing based Economic Dispatch Algorithm", IEE Proceeding of Generation, Transmission and Distribution, Vol 140, hal 509-515, 1993
- [13] Coelho, L.S dan Lee, C.S, "Solving Economic Load Dispatch Problem in Power System", Journal of Electrical Power and Energy Systems, No. 30, hal 297-307, 2008
- [14] Aziz, A.M.A, Musirin, J.I, dan Rahman, T.K.A., "Solving Economic Dispatch using Evolutionary Programming", in First International Power and Energy Conference PECon, Putra Jaya, Malaysia, hal144-149, 2006

# Suatu Metode Penjadwalan yang ‘Baik’ untuk Kompetisi Sepakbola Sistem Round-Robin Format Kandang-Tandang beserta bukti Matematisnya

Ricky Aditya

Mathematics and Statistics Department  
Bina Nusantara University  
Jakarta, Indonesia  
downing\_in\_algebra@yahoo.co.id

**Abstrak**—Suatu kompetisi sepakbola umumnya digelar dengan sistem *round-robin* format kandang-tandang. Banyaknya pertandingan yang digelar membuat penjadwalan menjadi masalah krusial yang dapat mempengaruhi peringkat. Oleh karena itu, jadwal harus disusun dengan baik dan adil untuk semua tim peserta. Dalam paper ini disajikan suatu metode penjadwalan yang ‘baik’ dengan menggunakan pendekatan bujur sangkar Latin (*Latin squares*). Lebih lanjut dibuktikan pula bahwa metode ini dapat diterapkan untuk liga dengan jumlah peserta berapapun.

**Kata Kunci:** Kompetisi Sepakbola; Sistem Round-robin; Format Kandang-Tandang; Penjadwalan Pertandingan; Latin Squares

## I. LATAR BELAKANG MASALAH

Kompetisi adalah suatu ajang untuk mengadu beberapa peserta/kompetitor menurut aturan main tertentu, dengan tujuan untuk menentukan pemenang/juara. Pada paper ini akan dibicarakan mengenai kompetisi bidang olahraga, khususnya cabang sepakbola. Sepakbola adalah cabang olahraga paling populer di dunia. Hampir setiap negara memiliki kompetisi sepakbola domestik yang diputar setiap tahunnya, yang biasa disebut ‘liga sepakbola’.

Sistem kompetisi liga sepakbola ada bermacam-macam. Sistem yang digunakan di sebagian besar negara adalah sistem *round-robin*. Menurut [2], definisi sistem *round-robin* adalah “sistem kompetisi yang semua pesertanya saling bertanding satu sama lain dengan frekuensi yang sama”. Jika setiap dua tim bertemu tepat satu kali, maka kompetisi disebut *single round-robin*. Mudah dipahami bahwa kompetisi *single round-robin* yang diikuti  $n$  peserta akan menggelar  $\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2}$  pertandingan dan setiap tim bermain  $n-1$  kali.

Sistem kompetisi *round-robin* memberi kesempatan semua pesertanya untuk saling berhadapan. Pada cabang sepakbola, setiap kemenangan akan dihargai 3 poin, hasil imbang 1 poin, dan kekalahan tidak mendapat poin. Juara ditentukan dari tim yang meraih poin akumulatif tertinggi. Bila ada lebih dari satu tim yang meraih poin tertinggi, maka akan ada beberapa aturan tambahan untuk menentukan juara tunggal, seperti selisih gol, produktivitas gol, *head-to-head*, dan lain-lain. Aturan-aturan di masing-masing kompetisi dapat berbeda-beda.

Pada umumnya kompetisi liga sepakbola digelar dengan sistem *double round-robin* format kandang-tandang, yaitu setiap dua tim peserta akan bertanding dua kali, dengan bergantian menjadi tuan rumah. Pertandingan pertama digelar di *homebase* salah satu tim dan pertandingan kedua digelar di *homebase* tim yang lainnya. Sistem ini dianggap paling adil karena semua tim pernah saling berhadapan baik sebagai tuan rumah (bermain kandang/*home*) maupun sebagai tamu (bermain tandang/*away*). Pada sistem *round-robin* format kandang-tandang, kompetisi yang diikuti  $n$  peserta akan menggelar  $2\binom{n}{2} = n^2 - n$  pertandingan dan setiap tim akan bertanding sebanyak  $2n-2$  kali, kandang dan tandang masing-masing  $n-1$  kali.

Masalah utama kompetisi sepakbola sistem *round-robin* format kandang-tandang adalah frekuensi pertandingan yang besar, sehingga pengaturan jadwal menjadi suatu hal yang sangat krusial. Penjadwalan dapat mempengaruhi pencapaian suatu tim dan bahkan dapat mempengaruhi penentuan peringkat dan juara. Tim sekuat apapun akan kesulitan bila mendapat jadwal pertandingan yang berat. Oleh karena itu, agar tidak mengurangi nilai kompetisi, haruslah jadwal pertandingan disusun dengan baik dan adil. Bila tidak, jadwal yang dibuat pengelola liga akan diprotes oleh tim-tim peserta karena dianggap memberatkan dan merugikan.

## II. KRITERIA PENJADWALAN PERTANDINGAN YANG ‘BAIK’

Kompetisi liga sepakbola sistem *double round-robin* format kandang-tandang biasanya dibagi dalam dua putaran, dengan masing-masing putaran adalah kompetisi *single round-robin* biasa. Dalam paper ini, jadwal putaran pertama dan kedua diasumsikan sama, hanya status kandang-tandangnya dibalik. Bila pada putaran pertama suatu tim bertanding dengan tim lain sebagai tuan rumah, maka pada putaran kedua tim tersebut bertindak sebagai tamu atas lawan yang sama, dan demikian juga sebaliknya. Jadi cukup diatur jadwal untuk satu putaran saja, jadwal putaran berikutnya tinggal menyesuaikan.

Dalam membuat jadwal kompetisi yang baik dan adil, akan dipertimbangkan beberapa faktor yang sering diprotes/dikeluhkan tim peserta mengenai jadwal. Tim peserta biasanya akan merasa keberatan bila bermain terlalu sering dalam

rentang waktu tertentu, apalagi bila di rentang waktu yang sama ada tim lain yang bermain lebih jarang. Faktor kandang-tandang juga cukup berpengaruh, karena seringkali hasil pertandingan lebih ditentukan oleh faktor bermain kandang atau tandang daripada kualitas lawannya. Oleh karena itu biasanya tim peserta akan protes bila mendapat jatah tandang yang terlalu banyak dalam rentang waktu tertentu. Apalagi bila bermain tandang tiga kali berturut-turut atau lebih, jelas akan memberatkan dari segi fisik, mental dan pembiayaan.

Dalam paper ini, berdasar dari masalah-masalah di atas, penjadwalan yang ‘baik’ didefinisikan atas beberapa kriteria sebagai berikut:

1. Keseimbangan frekuensi pertandingan untuk semua tim peserta. Dalam rentang waktu yang sama, banyak pertandingan yang dijalani semua peserta sama atau setidaknya seimbang.
2. Keseimbangan frekuensi kandang-tandang untuk setiap tim. Pada satu putaran kompetisi, jatah bermain kandang dan tandang sama atau setidaknya seimbang.
3. Keseimbangan urutan pertandingan. Tidak ada satu tim yang mendapat jadwal bermain kandang (atau tandang) tiga kali berturut-turut atau lebih.

Untuk memenuhi kriteria pertama, salah satu solusinya adalah menggunakan sistem *matchday*. Satu putaran kompetisi dibagi dalam beberapa *matchday* dan setiap *matchday* menggelar beberapa pertandingan. Antara satu *matchday* dengan *matchday* yang lain tidak digelar tumpang tindih. Dalam setiap *matchday*, (hampir) semua tim peserta terlibat dan masing-masing bertanding tepat satu kali. Banyaknya *matchday* dan banyaknya pertandingan yang digelar di tiap *matchday* bergantung pada jumlah pesertanya. Misal suatu liga diikuti  $n$  peserta,  $n \in \mathbb{N}$ ,  $n \geq 2$ . Jika  $n$  genap, akan ada  $n-1$

*matchday* dan tiap *matchday* menggelar  $\frac{n}{2}$  pertandingan. Jadi semua peserta akan bertanding pada setiap *matchday*. Jika  $n$  ganjil, maka akan ada  $n$  *matchday* dan tiap *matchday* menggelar  $\frac{n-1}{2}$  pertandingan. Jadi pada setiap *matchday* akan ada satu tim yang beristirahat/tidak bertanding dan setiap tim mendapat jatah istirahat tepat satu kali.

Eksistensi penjadwalan sistem *matchday* diberikan dalam [2], yaitu dengan algoritma standar untuk penjadwalan kompetisi *round-robin*, yang dapat diterapkan untuk jumlah peserta berapapun. Dengan menggunakan sistem *matchday*, frekuensi bertanding antara satu tim dengan tim yang lain akan berimbang (dan akan sama untuk jumlah peserta genap). Dengan kata lain, kriteria pertama terpenuhi. Akan tetapi, algoritma penjadwalan pada [2] tersebut belum menjamin keseimbangan frekuensi kandang-tandang, sehingga diperlukan suatu metode yang lain.

### III. METODE PENJADWALAN PERTANDINGAN YANG ‘BAIK’ BESERTA BUKTI MATEMATISNYA

Pada sub-bab ini akan dibicarakan suatu metode penjadwalan yang memenuhi kriteria ‘baik’. Misal suatu liga

diikuti  $n$  peserta, para peserta diberi kode berupa bilangan-bilangan asli  $1, 2, \dots, n$ . Jadwal dibuat dalam bentuk *template* dalam kode-kode tersebut. Secara khusus akan dibicarakan terlebih dahulu penjadwalan liga dengan jumlah peserta ganjil. Dalam liga dengan jumlah peserta ganjil, dalam satu putaran setiap tim akan bertanding sebanyak genap. Artinya dimungkinkan setiap tim memiliki jatah bermain kandang dan tandang sama banyaknya. Perhatikan penjadwalan untuk  $n = 5$  sebagai berikut:

MD 1	MD 2	MD 3	MD 4	MD 5
1 vs 2	2 vs 5	1 vs 4	3 vs 2	2 vs 4
4 vs 3	3 vs 1	5 vs 3	4 vs 5	5 vs 1

Perhatikan bahwa setiap tim peserta tidak hanya bermain kandang dan tandang sama banyaknya, tetapi juga bermain kandang-tandang secara selang-seling, tidak ada yang bermain kandang/tandang dua kali berturut-turut. Hal ini dimungkinkan karena setiap tim mendapat jatah istirahat tepat satu kali. Jadwal di atas kemudian diperluas untuk  $n = 6$  dengan menambah satu tim untuk ditandingkan dengan peserta yang sedang istirahat sebagai berikut:

MD 1	MD 2	MD 3	MD 4	MD 5
1 vs 2	2 vs 5	1 vs 4	3 vs 2	2 vs 4
4 vs 3	3 vs 1	5 vs 3	4 vs 5	5 vs 1
5 vs 6	6 vs 4	2 vs 6	1 vs 6	6 vs 3

Karena pada jadwal untuk  $n = 5$  urutan kandang-tandang setiap tim selang-seling, maka dengan ‘menyisipkan’ satu tim tambahan, setiap tim paling banyak bertanding kandang/tandang berturut-turut sebanyak dua kali. Artinya jadwal yang terbentuk untuk  $n = 6$  masih memenuhi kriteria kedua dan ketiga untuk penjadwalan yang ‘baik’.

Dari hal ini muncul suatu gagasan: jika untuk sebarang bilangan ganjil dapat disusun penjadwalan yang ‘baik’, maka jadwal perluasan untuk bilangan genap setelahnya juga ‘baik’. Oleh karena itu ditinjau eksistensi penjadwalan ‘baik’ ini untuk sebarang bilangan ganjil. Dari hasil penelitian, diperoleh bahwa penjadwalan ‘baik’ tersebut selalu dapat disusun untuk sebarang bilangan ganjil. Hal ini akan dibuktikan dengan merepresentasikan jadwal dalam bentuk bujur sangkar Latin (*Latin squares*).

**Definisi 3.1.** [1] Diberikan  $n \in \mathbb{N}$ . Bujur sangkar Latin  $n$  ( $n$ -Latin squares) adalah bujur sangkar berukuran  $n \times n$  dengan entri-entri berupa bilangan-bilangan  $1, 2, \dots, n$  sedemikian hingga di setiap baris dan setiap kolom semua bilangan muncul tepat satu kali. Selanjutnya entri baris ke- $i$  kolom ke- $j$  dari Latin square  $A$  dinotasikan dengan  $A(i, j)$ .

Selanjutnya jadwal liga dengan banyak peserta ganjil direpresentasikan dalam bentuk *Latin square* dengan aturan sebagai berikut:

1.  $A(i, j)$  menyatakan lawan yang dihadapi tim ke- $i$  pada *matchday* ke- $j$ .

2. Jika  $A(i, j) = i$ , maka tim ke- $i$  istirahat/tidak bertanding pada *matchday* ke- $j$ .

Dengan demikian dari sifat-sifat sistem *matchday* untuk liga dengan peserta ganjil, dapat dimunculkan definisi *Latin square* yang merepresentasikan jadwal kompetisi *round-robin* dalam sistem *matchday* sebagai berikut:

**Definisi 3.2.** Diberikan  $n$  suatu bilangan ganjil dengan  $n \geq 3$ . Suatu  $n$ -Latin square  $A$  merupakan representasi jadwal kompetisi *round-robin* dengan  $n$  peserta dalam sistem *matchday* jika:

1. Untuk setiap  $i, j, k \in \{1, 2, \dots, n\}$ ,  $A(i, j) = k$  berakibat  $A(k, j) = i$ .
2. Untuk setiap  $j \in \{1, 2, \dots, n\}$ , terdapat dengan tunggal  $i$  sedemikian hingga  $A(i, j) = i$ .

*Latin square* yang memenuhi Definisi 3.2 mungkin ada banyak. Akan tetapi pada paper ini akan dibahas mengenai suatu jenis *Latin square* yang ternyata memenuhi kriteria urutan kandang-tandang yang selang-seling untuk setiap tim. *Latin square* tersebut diberikan dalam lemma berikut:

**Lemma 3.1.** Diberikan  $n$  suatu bilangan ganjil dengan  $n \geq 3$ . Jika didefinisikan  $n$ -Latin square sebagai berikut:

$$A(i, j) = \begin{cases} (2-i-j) \bmod n, & \text{jika } (2-i-j) \bmod n \neq 0 \\ n, & \text{jika } (2-i-j) \bmod n = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

atau dalam bentuk langsung:

	1	2	...	$n-1$	$n$
1	$n$	$n-1$	...	2	1
2	$n-1$	$n-2$	...	1	$n$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$
$n-1$	2	1	...	4	3
$n$	1	$n$	...	3	2

maka  $n$ -Latin square (1) merupakan representasi jadwal *round-robin* sistem *matchday*.

**Bukti.** Misal  $i, j, k \in \{1, 2, \dots, n\}$  sedemikian hingga  $A(i, j) = k$ , maka diperoleh:

$$\begin{aligned} A(i, j) = k &\Leftrightarrow 2-i-j \equiv k \pmod{n} \\ &\Leftrightarrow (2-i-j)-k \equiv 0 \pmod{n} \\ &\Leftrightarrow (2-k-j)-i \equiv 0 \pmod{n} \\ &\Leftrightarrow 2-k-j \equiv i \pmod{n} \Leftrightarrow A(k, j) = i \end{aligned}$$

Ambil sebarang  $j \in \{1, 2, \dots, n\}$ , perhatikan bahwa:

$$\begin{aligned} A(i, j) = i &\Leftrightarrow 2-i-j \equiv i \pmod{n} \\ &\Leftrightarrow 2-2i-j \equiv 0 \pmod{n} \\ &\Leftrightarrow 2i \equiv (2-j) \pmod{n} \end{aligned}$$

Karena  $n$  ganjil, maka 2 selalu memiliki invers tunggal terhadap perkalian di  $\mathbb{Z}_n$ , yaitu  $\frac{n+1}{2}$ , sehingga diperoleh dengan tunggal nilai  $i$ , yaitu:

$$i \equiv \left(\frac{n+1}{2} \cdot 2i\right) \bmod n \equiv \left(\frac{n+1}{2} \cdot (2-j)\right) \bmod n. \quad \square$$

Masalah selanjutnya adalah menunjukkan bahwa *Latin square* (1) memenuhi kriteria keseimbangan kandang-tandang, yaitu setiap tim bermain kandang dan tandang dengan sama banyaknya dengan urutan selang-seling. Hal tersebut ditunjukkan dalam teorema berikut:

**Teorema 3.1.** Diberikan  $n$  suatu bilangan ganjil dengan  $n \geq 3$ . Jika tim bernomor  $1, 2, \dots, \frac{n-1}{2}, \frac{n+1}{2}$  memulai kompetisi dengan bermain kandang dan tim bernomor  $\frac{n+3}{2}, \frac{n+5}{2}, \dots, n-1, n$  memulai kompetisi dengan bermain tandang, maka pada kompetisi *round-robin* yang didefinisikan oleh  $n$ -Latin square (1), setiap tim akan bermain kandang-tandang secara selang-seling.

**Bukti.** Untuk membuktikan teorema ini, cukup diperhatikan *matchday* saat sebarang dua tim bertemu. Jika salah satu tim mendapat jatah kandang, maka tim yang lain harus mendapat jatah tandang, dan demikian juga sebaliknya. Ambil sebarang  $i, k \in \{1, 2, \dots, n\}$  dengan  $i < k$  dan bukti dibagi dalam tiga kasus:

- **Kasus I:**  $1 \leq i, k \leq \frac{n+1}{2}$ .

Dalam kasus ini, tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  sama-sama memulai kompetisi dengan bermain kandang. Oleh karena itu, pada *matchday* saat keduanya bertemu, tepat salah satu dari mereka telah mendapat jatah istirahat. Jika keduanya sama-sama belum istirahat atau sama-sama sudah istirahat, maka keduanya juga akan bermain kandang atau tandang secara bersamaan. Tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  akan bertemu pada *matchday* ke- $(n+2-i-k)$ . Tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  berturut-turut istirahat pada *matchday* ke- $(n+2-2i)$  dan ke- $(n+2-2k)$ . Perhatikan bahwa  $n+2-2k < n+2-i-k < n+2-2i$ . Jadi tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  bertemu saat tim ke- $i$  belum istirahat dan tim ke- $k$  sudah istirahat.

- **Kasus II:**  $1 \leq i \leq \frac{n+1}{2} < k \leq n$ .

Dalam kasus ini, tim ke- $i$  memulai kompetisi dengan bermain kandang, sedangkan tim ke- $k$  dengan bermain tandang. Oleh karena itu, jika urutan kandang-tandang dibuat selang-seling, haruslah pada *matchday* saat keduanya bertemu, keduanya sama-sama telah beristirahat atau sama-sama belum beristirahat. Tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  berturut-turut istirahat pada *matchday* ke- $(n+2-2i)$  dan

ke-  $(2n+2-2k)$ . Jika  $i+k < n+2$ , maka tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  akan bertemu pada *matchday* ke- $(n+2-i-k)$ . Perhatikan bahwa  $n+2-2i > n+2-i-k$  dan  $2n+2-2k > n+2-i-k$ . Jadi tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  bertemu saat keduanya sama-sama belum istirahat. Jika  $i+k \geq n+2$ , maka tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  akan bertemu pada *matchday* ke- $(2n+2-i-k)$ . Perhatikan bahwa  $n+2-2i < 2n+2-i-k$  dan  $2n+2-2k < 2n+2-i-k$ . Jadi tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  bertemu saat keduanya sama-sama sudah istirahat.

- **Kasus III:**  $\frac{n+1}{2} < i, k \leq n$ .

Dalam kasus ini, tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  sama-sama memulai kompetisi dengan bermain tandang. Oleh karena itu, seperti pada Kasus I, pada saat keduanya bertemu, haruslah tepat salah satu dari mereka telah mendapat jatah istirahat. Tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  akan bertemu pada *matchday* ke- $(2n+2-i-k)$ . Tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  berturut-turut istirahat pada *matchday* ke- $(2n+2-2i)$  dan ke- $(2n+2-2k)$ . Perhatikan bahwa  $2n+2-2k < 2n+2-i-k < 2n+2-2i$ . Jadi tim ke- $i$  dan tim ke- $k$  bertemu saat tim ke- $i$  belum istirahat dan tim ke- $k$  sudah istirahat.

Dari ketiga kasus di atas, dapat disimpulkan bahwa dengan urutan kandang-tandang selang-seling untuk setiap tim, saat dua tim berbeda bertemu, salah satu bermain kandang dan lawannya bermain tandang. Dengan kata lain, penjadwalan dengan urutan kandang-tandang selang-seling untuk setiap tim dapat diimplementasikan dengan baik.  $\square$

Dari Teorema 3.1, diperoleh bahwa metode penjadwalan yang dibicarakan dalam paper ini dapat diimplementasikan untuk sebarang bilangan ganjil. Selanjutnya akan dibicarakan penjadwalan untuk jumlah peserta genap. Dari penjadwalan untuk kompetisi dengan jumlah peserta bilangan ganjil  $n$ , dapat disusun jadwal perluasan untuk jumlah peserta bilangan genap  $n+1$ . Pada setiap *matchday*, tim ke- $n+1$  akan bertanding melawan tim yang sedang istirahat. Masalah berikutnya adalah urutan kandang-tandang dari tim ke- $n+1$  tersebut. Haruslah diatur agar tim ke- $n+1$  mendapat jatah bermain kandang-tandang yang seimbang dan tidak ada jatah kandang/tandang hingga tiga kali berturut-turut. Salah satu solusinya adalah sebagai berikut:

- Jika  $n = 4k + 1$ :

$$\underbrace{H-A-H-A-\dots-H-A-}_{\text{matchday ke-1 sampai ke-}\frac{n-1}{2}} \underbrace{H}_{\text{matchday ke-}\frac{n+1}{2}} - \underbrace{H-A-\dots-H-A-H-A}_{\text{matchday ke-}\frac{n+3}{2} \text{ sampai ke-}n}$$

- Jika  $n = 4k + 3$ : (2)

$$\underbrace{H-A-H-A-\dots-A-H-}_{\text{matchday ke-1 sampai ke-}\frac{n-1}{2}} \underbrace{H}_{\text{matchday ke-}\frac{n+1}{2}} - \underbrace{A-H-\dots-H-A-H-A}_{\text{matchday ke-}\frac{n+3}{2} \text{ sampai ke-}n}$$

Dengan demikian, tidak ada tim yang mendapat jatah kandang/tandang hingga tiga kali berturut-turut. Setiap tim akan mendapat jatah kandang/tandang berturut-turut paling banyak dua kali dalam satu putaran.

Di sejumlah negara, salah satunya di Italia, ada banyak stadion yang disewa sebagai *homebase* oleh dua tim berbeda. Karena setiap *matchday* umumnya digelar dalam rentang waktu yang berdekatan, tentu saja dua tim yang satu *homebase* tidak boleh bermain kandang/tandang secara bersamaan dalam *matchday* yang sama. Oleh karena itu haruslah dalam *matchday* yang sama, jika salah satu dari dua tim tersebut bermain kandang, maka tim yang lain harus bermain tandang. Dari masalah ini muncul definisi berikut:

**Definisi 3.3.** Diberikan  $n$  suatu bilangan genap dengan  $n \geq 4$  dan dibentuk jadwal kompetisi sistem round-robin format kandang-tandang dalam sistem *matchday*. Jadwal dua tim peserta dikatakan berkomplemen jika untuk setiap  $j \in \{1, 2, \dots, n-1\}$ , tepat salah satu dari dua tim tersebut bermain kandang dan yang lain bermain tandang.

Untuk mengatasi masalah penjadwalan yang terjadi bila ada dua tim yang satu *homebase*, haruslah dua tim tersebut mendapat jadwal yang berkomplemen. Dari hasil penelitian, diperoleh bahwa untuk kompetisi yang diikuti  $n$  peserta, akan ada sebanyak  $\frac{n}{2}$  pasang jadwal yang berkomplemen. Hal tersebut diberikan dalam teorema berikut:

**Teorema 3.2.** Diberikan  $n$  suatu bilangan ganjil dengan  $n \geq 3$ . Disusun jadwal kompetisi dengan  $n$  peserta seperti yang diberikan pada Lemma 3.1 dan Teorema 3.1. Jika jadwal diperluas menjadi  $n+1$  peserta dengan urutan kandang-tandang tim ke- $n+1$  seperti pada (2), maka akan ada  $\frac{n+1}{2}$  pasangan jadwal yang berkomplemen.

**Bukti.** Urutan pertandingan tim ke- $n+1$  adalah urutan tim yang istirahat, yaitu:  $\frac{n+1}{2}, n, \frac{n-1}{2}, n-1, \dots, 3, \frac{n+5}{2}, 2, \frac{n+3}{2}, 1$ . Akan ditinjau dua kasus, yaitu  $n = 4k + 1$  dan  $n = 4k + 3$ .

- Kasus I:  $n = 4k + 1$ . Pada *matchday* ke-1, tim ke- $n+1$  bermain kandang melawan tim ke- $\frac{n+1}{2}$ , sehingga urutan pertandingan tim ke- $\frac{n+1}{2}$  menjadi A-H-A-H-...-A-H-A. Pada *matchday* terakhir (ke- $n$ ), tim ke- $n+1$  bermain tandang melawan tim ke-1, sehingga urutan pertandingan tim ke-1 menjadi A-H-A-H-...-A-H-A. Jadi jadwal tim ke-1 dan tim ke- $\frac{n+1}{2}$  berkomplemen. Untuk tim yang lain, ditinjau *matchday* saat tim tersebut bermain kandang/tandang berturut-turut. Cukup jelas bahwa yang membuat jadwal menjadi kandang/tandang berturut-turut adalah pertandingan melawan tim ke- $n+1$ , karena di luar itu jadwal kandang-tandangnya selang-seling. Tim ke- $n$  akan bermain kandang menghadapi tim ke- $n+1$  pada *matchday*

ke-2 dan mendapat jatah kandang pada *matchday* ke-3. Jadi tim ke-  $n$  akan bermain kandang dua kali berturut-turut pada *matchday* ke-2 dan ke-3. Tim ke- $\frac{n-1}{2}$  akan bermain tandang menghadapi tim ke- $n+1$  pada *matchday* ke-3 dan mendapat jatah tandang pada *matchday* ke-2. Jadi tim ke- $\frac{n-1}{2}$  akan bermain kandang berturut-turut pada *matchday* ke-2 dan ke-3. Karena urutan pertandingan yang lain selang-seling, dapat disimpulkan bahwa jadwal tim ke- $\frac{n-1}{2}$  dan tim ke- $n$  berkomplemen. Dengan cara yang sama akan diperoleh tim ke- $n-1$  dan tim ke- $\frac{n-3}{2}$  (yang menghadapi tim ke- $n+1$  pada *matchday* ke-4 dan *matchday* ke-5) juga akan memiliki jadwal yang berkomplemen. Demikian seterusnya hingga tim tim ke- $\frac{3n+5}{4}$  dan tim ke- $\frac{n+3}{4}$  (yang menghadapi tim ke- $n+1$  pada *matchday* ke- $\frac{n-1}{2}$  dan *matchday* ke- $\frac{n+1}{2}$ ) juga memiliki jadwal yang berkomplemen. Pada *matchday* ke- $\frac{n+3}{2}$ , tim ke- $\frac{3n+1}{4}$  akan bermain tandang melawan tim ke- $n+1$ , yang membuatnya bermain tandang berturut-turut pada *matchday* ke- $\frac{n+1}{2}$  dan ke- $\frac{n+3}{2}$ . Dengan kata lain jadwalnya berkomplemen dengan jadwal tim ke- $n+1$ . Selanjutnya jadwal tim ke- $\frac{n-1}{4}$  dan ke- $\frac{3n-3}{4}$ , ke- $\frac{n-5}{4}$  dan ke- $\frac{3n-7}{4}$ , ..., ke-3 dan ke- $\frac{n+5}{2}$ , ke-2 dan ke- $\frac{n+3}{2}$ ,

juga berkomplemen. Jadi terbentuklah  $\frac{n+1}{2}$  pasangan tim yang jadwalnya berkomplemen.

- Kasus II:  $n = 4k + 3$ . Dengan argumen yang sama dengan Kasus I, pasangan-pasangan tim yang jadwalnya berkomplemen adalah: tim ke-1 dan ke- $\frac{n+1}{2}$ , ke- $n$  dan ke- $\frac{n-1}{2}$ , ke- $n-1$  dan ke- $\frac{n-3}{2}$ , ..., ke- $\frac{3n+7}{4}$  dan ke- $\frac{n+5}{4}$ , ke- $\frac{3n+3}{4}$  dan ke- $n$ , ke- $\frac{n+1}{4}$  dan ke- $\frac{3n-1}{2}$ , ..., ke-3 dan ke- $\frac{n+5}{2}$ , ke-2 dan ke- $\frac{n+3}{2}$ . Jadi terbentuklah  $\frac{n+1}{2}$  pasangan tim yang jadwalnya berkomplemen.  $\square$

Dengan demikian diperoleh bahwa metode penjadwalan yang dibicarakan dalam paper ini juga dapat diimplementasikan untuk kompetisi sepakbola yang memiliki dua tim dalam satu *homebase*. Jika salah satu tim ditempatkan pada suatu urutan, maka tim yang satu *homebase* dengan tim tersebut harus ditempatkan di posisi komplemennya. Adapun sistem penjadwalan ini diterapkan di Liga Spanyol.

#### IV. IMPLEMENTASI METODE PENJADWALAN UNTUK LIGA DENGAN 20 PESERTA

Pada bagian ini akan dibicarakan contoh implementasi dari metode penjadwalan ‘baik’ yang telah dibicarakan pada bagian sebelumnya. Dalam hal ini akan disusun jadwal liga yang diikuti 20 tim peserta. Pertama-tama dibentuk terlebih dahulu *Latin square* (1) untuk  $n = 19$  sebagai berikut:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	19
3	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	19	18
4	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	19	18	17
5	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	19	18	17	16
6	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	19	18	17	16	15
7	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	19	18	17	16	15	14
8	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	19	18	17	16	15	14	13
9	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	19	18	17	16	15	14	13	12
10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	19	18	17	16	15	14	13	12	11
11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
12	8	7	6	5	4	3	2	1	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
13	7	6	5	4	3	2	1	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
14	6	5	4	3	2	1	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
15	5	4	3	2	1	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
16	4	3	2	1	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
17	3	2	1	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
18	2	1	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
19	1	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2

Kemudian *Latin square* tersebut dikonversi dalam bentuk jadwal sistem *matchday*, dengan tim bernomor 1,2,...,10 memulai kompetisi dengan bermain kandang dan tim bernomor 11,12,...,19 memulai kompetisi dengan bermain tandang. Selanjutnya jadwal diperluas dengan menambahkan tim ke-20 untuk bertanding dengan tim yang istirahat pada setiap *matchday* dengan urutan kandang-tandang (2). Hasilnya dapat dilihat sebagai berikut:

MD 1	MD 2	MD 3	MD 4	MD 5
1 vs 19	10 vs 9	1 vs 17	9 vs 8	1 vs 15
2 vs 18	11 vs 8	2 vs 16	10 vs 7	2 vs 14
3 vs 17	12 vs 7	3 vs 15	11 vs 6	3 vs 13
4 vs 16	13 vs 6	4 vs 14	12 vs 5	4 vs 12
5 vs 15	14 vs 5	5 vs 13	13 vs 4	5 vs 11
6 vs 14	15 vs 4	6 vs 12	14 vs 3	6 vs 10
7 vs 13	16 vs 3	7 vs 11	15 vs 2	7 vs 9
8 vs 12	17 vs 2	8 vs 10	16 vs 1	8 vs 17
9 vs 11	18 vs 1	9 vs 18	17 vs 19	9 vs 16
20 vs 10	19 vs 20	20 vs 9	18 vs 20	20 vs 8

MD 6	MD 7	MD 8	MD 9	MD 10
8 vs 7	1 vs 13	7 vs 6	1 vs 11	6 vs 5
9 vs 6	2 vs 12	8 vs 5	2 vs 10	7 vs 4
10 vs 5	3 vs 11	9 vs 4	3 vs 9	8 vs 3
11 vs 4	4 vs 10	10 vs 3	4 vs 8	9 vs 2
12 vs 3	5 vs 9	11 vs 2	5 vs 7	10 vs 1
13 vs 2	6 vs 8	12 vs 1	16 vs 15	11 vs 19
14 vs 1	17 vs 16	13 vs 19	17 vs 14	12 vs 18
15 vs 19	18 vs 15	14 vs 18	18 vs 13	13 vs 17
16 vs 18	19 vs 14	15 vs 17	19 vs 12	14 vs 16
17 vs 20	20 vs 7	16 vs 20	20 vs 6	20 vs 15

MD 11	MD 12	MD 13	MD 14	MD 15
1 vs 9	5 vs 4	1 vs 7	4 vs 3	1 vs 5
2 vs 8	6 vs 3	2 vs 6	5 vs 2	2 vs 4
3 vs 7	7 vs 2	3 vs 5	6 vs 1	13 vs 12
4 vs 6	8 vs 1	14 vs 13	7 vs 19	14 vs 11
15 vs 14	9 vs 19	15 vs 12	8 vs 18	15 vs 10
16 vs 13	10 vs 18	16 vs 11	9 vs 17	16 vs 9
17 vs 12	11 vs 17	17 vs 10	10 vs 16	17 vs 8
18 vs 11	12 vs 16	18 vs 9	11 vs 15	18 vs 7
19 vs 10	13 vs 15	19 vs 8	12 vs 14	19 vs 6
5 vs 20	20 vs 14	4 vs 20	20 vs 13	3 vs 20

MD 16	MD 17	MD 18	MD 19
3 vs 2	1 vs 3	2 vs 1	11 vs 10
4 vs 1	12 vs 11	3 vs 19	12 vs 9
5 vs 19	13 vs 10	4 vs 18	13 vs 8
6 vs 18	14 vs 9	5 vs 17	14 vs 7
7 vs 17	15 vs 8	6 vs 16	15 vs 6
8 vs 16	16 vs 7	7 vs 15	16 vs 5
9 vs 15	17 vs 6	8 vs 14	17 vs 4
10 vs 14	18 vs 5	9 vs 13	18 vs 3
11 vs 13	19 vs 4	10 vs 12	19 vs 2
20 vs 12	2 vs 20	20 vs 11	1 vs 20

Tim-tim yang jadwalnya berkomplemen adalah: tim ke-1 dengan tim ke-10, tim ke-9 dengan tim ke-19, tim ke-8 dengan tim ke-18, tim ke-7 dengan tim ke-17, tim ke-6 dengan tim ke-16, tim ke-5 dengan tim ke-20, tim ke-4 dengan tim ke-14, tim ke-3 dengan tim ke-12, dan tim ke-2 dengan tim ke-11. Ada konsekuensi bagi tim ke-20 untuk mendapat urutan pertandingan yang 'paling berbeda' dibandingkan dengan yang lain. Selanjutnya masing-masing angka akan dikonversi ke nama-nama tim peserta untuk membentuk jadwal nyata, yang penentuan konversinya dapat dilakukan dengan undian.

## V. SIMPULAN

Dalam paper ini telah dibicarakan metode penjadwalan pertandingan liga sepakbola yang memenuhi kriteria 'baik', yaitu yang memenuhi keseimbangan frekuensi bertanding, frekuensi kandang-tandang dan urutan kandang-tandang untuk semua tim peserta. Apalagi dengan metode ini, hampir semua tim memiliki urutan pertandingan yang sama (secara siklis), sehingga seharusnya tidak ada yang merasa jadwalnya lebih berat dibanding yang lain. Dengan penjadwalan seperti ini diharapkan protes dari tim peserta dapat diminimalisir. Selain itu, metode penjadwalan ini juga cukup mudah dilakukan, sehingga bila pengelola liga ingin menambah/mengurangi jumlah peserta, jadwal baru dapat disusun dengan cepat.

Penjadwalan yang dibicarakan dalam paper ini juga masih memiliki sejumlah kekurangan. Urutan pertandingan yang kurang lebih sama dapat menjadi suatu keuntungan/kerugian bagi tim-tim yang akan dihadapi dalam waktu yang berdekatan. Secara khusus, urutan kandang-tandang selang-seling masih belum cocok untuk diterapkan di Indonesia. Tentu masih memberatkan bagi tim dari Papua untuk bermain selang-seling kandang-tandang karena pembiayaan yang begitu besar.

Membuat jadwal yang benar-benar adil untuk semua tim peserta dapat dikatakan nyaris mustahil. Penjadwalan yang 'baik' sekalipun masih mungkin diprotes oleh tim peserta. Pihak pengelola liga tentu berusaha untuk mengatur jadwal yang baik untuk para pesertanya dan standar 'baik' di satu negara dapat berbeda dengan negara yang lain. Selain itu kesadaran untuk menaati dan mematuhi jadwal yang telah dibuat juga memegang peranan penting dalam pelaksanaan kompetisi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R.C. Bose dan B. Manvel, *Introduction to Combinatorial Theory*, Colorado State University, Colorado, 1983.
- [2] Nemhauser, G.L. and Trick, M.A., 1997. *Scheduling a Major College Basketball Conference*, <http://mat.gsia.cmu.edu/trick/acc.pdf>

# Bragg Resonance Conditions of Surface Flow Over Wavy Bed

Viska Noviantri

Departement of Mathematics  
 Bina Nusantara University  
 Jakarta Barat, Indonesia  
 viskanoviantri@yahoo.com

**Abstract**—In this paper we study the relevance of sinusoidal bed as shore protection. Here, we take into account the presence of current and hard wall beach on the right. We apply the multiple scale asymptotic expansion method to the linear Shallow Water Equation for sinusoidal beds with current. Bragg resonance will occur if the wavelength of the wave is twice the wavelength of sinusoidal bed. When there is current, there are two wave numbers that lead to Bragg resonance, while there is only one wave number in no current case. Relatively small amplitude of sinusoidal beds can reduce the amplitude of incoming waves effectively, due to Bragg resonance. At the end, transmission and reflection coefficient is given and they are can be used to predict the amplitude reduction.

Keywords: *Bragg resonance, multi scale expansion, sinusoidal beds.*

## I. INTRODUCTION

Basically, when a wave meets a different depth, it will scatter into a transmitted wave and a reflected wave. Let us imagine an incident wave running above a flat bottom with a finite patch of sinusoidal disturbance. During its evolution there occur many scattering processes. Assume that the shore on the right of the sinusoidal bar can absorb wave completely, then Bragg resonance happens when the wavelength of incident wave is twice of the wavelength of the periodic bottom disturbance [2]. We found that a larger amplitude disturbance leads to larger reflected wave amplitude. This result explains that the long shore sandbar indeed can reduce the amplitude of incident wave. This motivates the idea of artificially constructing bars to protect a beach from large amplitude of incident waves such as a tidal waves and tsunami.

In this paper we will take into account the effect of current by analitically. We apply the asymptotic expansion method for the linear shallow water equation for sinusoidal beds in the case when there is a current. The procedure is similar to those applied by C.C. Mei et. al. in [2, 3]. Similar method is applied by Philip L.-F. Liu in [4] for water waves in a channel with corrugated boundaries. We obtain that there are two wave numbers that may lead to Bragg resonance. These two wave numbers reduce to the Bragg resonance wave number in the

no current case. Literatures such as [5] study the numerical method for these problems.

We use the data from Heathershaw experiment [1], to simulate the wave propagating over sinusoidal beds. The larger amplitude of sinusoidal bar and current leads smaller amplitude of transmitted wave that hit the shore. The same results will be occurring when the case is subcritical and supercritical detuning.

## II. BRAGG RESONANCE CONDITIONS WITH CURRENT

The aim is to find Bragg resonance condition for surface wave above a sinusoidal bed in the case there is a current. The method used is similar with the one use by C.C. Mei in [2] which is basically is multi scale asymptotic expansion.

Consider the SWE equation with current  $U$  as follows

$$\begin{cases} \eta_t + \{(\eta + h)(U + u)\}_{\hat{x}} = 0 \\ u_t + (U + u)u_{\hat{x}} + g(\eta + h)_{\hat{x}} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

with  $\eta(\hat{x}, \hat{t})$  is surface displacement at position  $\hat{x}$  and time  $\hat{t}$ ,  $u(\hat{x}, \hat{t})$  is horizontal component of fluid particles,  $g$  is gravitation coefficient and a bottom topography

$$h(\hat{x}) = h_0(1 + \varepsilon E \sin K\hat{x}) \quad (2)$$

where  $h_0$  is flat depth,  $h_0 \ll E$  and  $K$  is amplitude and wave number of sinusoidal beds, respectively.

### A. Riemann Invariant Form

Consider the linear equation of (1) for flat bottom case  $h(x) = h_0$ , which is

$$\begin{bmatrix} \eta_t \\ u_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -U & -h_0 \\ -g & -U \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_x \\ u_x \end{bmatrix} \quad (3)$$

In (3), equation for  $\eta(\hat{x}, \hat{t})$  and  $u(\hat{x}, \hat{t})$  are coupled. Its solutions will be obtained by first writing them in the following Riemann invariant form

$$\begin{bmatrix} G_{1t} \\ G_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -U + \sqrt{gh_0} & 0 \\ 0 & -U - \sqrt{gh_0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_{1x} \\ G_{2x} \end{bmatrix} \quad (3)$$

with transformation

$$\begin{bmatrix} G_1 & G_2 \end{bmatrix}^T = P^{-1} [\eta \quad u]^T \quad (5)$$

where

$$P = \begin{bmatrix} -\sqrt{\frac{h_0}{g}} & \sqrt{\frac{h_0}{g}} \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Then, we will get the following system of differential equation

$$\begin{bmatrix} G_{1tt} \\ G_{2tt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (-U + \sqrt{gh_0})^2 & 0 \\ 0 & (-U - \sqrt{gh_0})^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_{1xx} \\ G_{2xx} \end{bmatrix} \quad (7)$$

In equation (7), the equation for  $G_1$  and  $G_2$  are now separated, and they have D'Alembert solution. Assume that each solution is monochromatic wave, then

$$\begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A e^{ik_1 x - i\omega t} + B e^{ik_1 x + i\omega t} \\ C e^{ik_2 x - i\omega t} + D e^{ik_2 x + i\omega t} \end{bmatrix} \quad (8)$$

with disperse relation

$$\frac{\omega}{k_1} = \pm c_1, \quad \frac{\omega}{k_2} = \pm c_2, \quad (9)$$

where  $\omega$  is the wave frequency,  $k_1$  and  $k_2$  are wave numbers, and  $c_1 = \sqrt{gh_0} - U$  and  $c_2 = \sqrt{gh_0} + U$  are phase velocity of each monochromatic wave.

### B. Multi Scale Expansion Method

We apply the multiple scale expansion method in order to find an analytical solution of (1), in the case of near resonance, which is valid for all  $\hat{x}$  and  $\hat{t} > 0$ . Let we introduce fast and slow variables in space and time as follows

$$x = \hat{x}, \bar{x} = \varepsilon \hat{x} \quad (10)$$

$$t = \hat{t}, \bar{t} = \varepsilon \hat{t}. \quad (11)$$

The relation between partial derivatives are

$$\partial_{\hat{t}} = \partial_t + \varepsilon \partial_{\bar{t}}, \quad \partial_{\hat{x}} = \partial_x + \varepsilon \partial_{\bar{x}}. \quad (12)$$

Next we expand

$$\eta(x, \bar{x}; t, \bar{t}) = \eta_0(x, \bar{x}; t, \bar{t}) + \varepsilon \eta_1(x, \bar{x}; t, \bar{t}) + \dots, \quad (13)$$

$$u(x, \bar{x}; t, \bar{t}) = u_0(x, \bar{x}; t, \bar{t}) + \varepsilon u_1(x, \bar{x}; t, \bar{t}) + \dots, \quad (14)$$

with  $\varepsilon > 0$  is a small parameter.

Substituting (13) and (14) into (1) gives us the following series of equations

$$O(1): \partial_{tt} \eta_0 - (U^2 + gh_0) \partial_{xx} \eta_0 - 2Uh_0 \partial_{xx} u_0 = 0, \quad (15)$$

$$\begin{aligned} O(\varepsilon): \partial_{tt} \eta_1 - (U^2 + gh_0) \partial_{xx} \eta_1 - 2Uh_0 \partial_{xx} u_1 = \\ -2 \{ \partial_{t\bar{t}} \eta_0 - (U^2 + gh_0) \partial_{x\bar{x}} \eta_0 - 2Uh_0 \partial_{x\bar{x}} u_0 \} \\ + gh_0 E \sin Kx \partial_{xx} \eta_0 + gh_0 EK \cos Kx \partial_x \eta_0 \\ + 2Uh_0 E \sin Kx \partial_{xx} u_0 + 3Uh_0 EK \cos Kx \partial_x u_0. \end{aligned} \quad (16)$$

Note that equation (15) is equivalent with (3) and hence the solutions can be obtained from inverse transform of (5). There are

$$\begin{aligned} \eta_0 = -\frac{1}{2} \sqrt{\frac{h_0}{g}} \{ A(\bar{x}, \bar{t}) e^{i(k_1 x - \omega t)} + B(\bar{x}, \bar{t}) e^{-i(k_1 x + \omega t)} + c.c. \\ - C(\bar{x}, \bar{t}) e^{i(k_2 x - \omega t)} - D(\bar{x}, \bar{t}) e^{-i(k_2 x + \omega t)} + c.c. \} \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} u_0 = \frac{1}{2} \{ A(\bar{x}, \bar{t}) e^{i(k_1 x - \omega t)} + B(\bar{x}, \bar{t}) e^{-i(k_1 x + \omega t)} + c.c. \\ + C(\bar{x}, \bar{t}) e^{i(k_2 x - \omega t)} + D(\bar{x}, \bar{t}) e^{-i(k_2 x + \omega t)} + c.c. \} \end{aligned} \quad (18)$$

with  $c.c$  denotes their complex conjugate. Note that  $\eta_0$  and  $u_0$  are superposition of waves with two wave numbers  $k_1$  and  $k_2$ , which now their amplitudes are functions of  $\bar{x}$  and  $\bar{t}$ . Here,  $A(\bar{x}, \bar{t})$  and  $C(\bar{x}, \bar{t})$  are amplitudes of right running monochromatic wave with wave number  $k_1$  and  $k_2$ , respectively. The others,  $B(\bar{x}, \bar{t})$  and  $D(\bar{x}, \bar{t})$  are amplitudes of left running monochromatic wave with wave number  $k_1$  and  $k_2$ , respectively. The amplitudes  $A(\bar{x}, \bar{t})$ ,  $B(\bar{x}, \bar{t})$ ,  $C(\bar{x}, \bar{t})$  and  $D(\bar{x}, \bar{t})$  are complex functions to be determined.

Next, we look for solution of the order- $\varepsilon$  equation (16) which are  $\eta_1$  and  $u_1$ . Substituting (17) and (18) into the right hand side of (16) will yield exponent terms with wave number  $\pm k_1, \pm k_2, \pm(K - k_1), \pm(K - k_2)$ .

When  $K = 2k_1$ , the exponent terms on the r.h.s. with wave number  $\pm k_1, K - k_1, -K + k_1$  have the same wave number with the natural mode  $\exp i(k_1 x \pm \omega t)$ . To avoid unbounded resonance of  $\eta_1$  and  $u_1$ , we can simply equate to zero the coefficients of those terms, and get the following equations

$$\begin{cases} A_{\bar{t}} + c_1 A_{\bar{x}} = \beta B \\ B_{\bar{t}} - c_1 B_{\bar{x}} = -\beta A. \end{cases} \quad (19)$$

with

$$\beta = \frac{c_0 E k_1}{2c_1} \left( \frac{c_0}{2} - 2U \right), \quad c_0 = \sqrt{gh_0}. \quad (20)$$

where  $c_0 = \sqrt{gh_0}$ . As a check we put  $U = 0$  in the equations (19), we get exactly the equations by C.C. Mei in [1].

Analogously when  $K = 2k_2$ , we avoid unbounded resonance of  $\eta_1$  and  $u_1$  caused by terms with wave number  $k_2$ , so we get

$$\begin{cases} C_{\bar{t}} + c_2 C_{\bar{x}} = \beta D \\ D_{\bar{t}} - c_2 D_{\bar{x}} = -\beta C. \end{cases} \quad (21)$$

### III. AMPLITUDE OF TRANSMISSION AND REFLECTION WAVE

Next we study the relevance of sinusoidal bottom in reducing the amplitude of an incident monochromatic wave. Imagine that we have a sinusoidal bar patch at  $0 < x < L$ . A monochromatic wave coming from the left passes the sinusoidal bar and then propagates to the right till it hit the shore. In region  $x < 0$ , there is no interaction between the right and left propagating wave, so that the equation in this region is

$$\begin{cases} c_1 A_{\bar{x}} + A_{\bar{t}} = 0 \\ c_1^2 B_{\bar{x}} + B_{\bar{t}} = 0 \end{cases} \quad (22)$$

When the wave propagating above sinusoidal bar, there will be many scattering processes. The waves split into a transmitted and a reflected wave. If the wave number of sinusoidal bar is twice of the wave number of incident wave, then interaction between the right and left propagating wave is governed by equation (19).

System of equations (19) can be separated into equations for each  $A(\bar{x}, \bar{t})$  and  $B(\bar{x}, \bar{t})$

$$\begin{cases} A_{\bar{t}\bar{t}} - c_1^2 A_{\bar{x}\bar{x}} + \beta^2 A = 0, \\ B_{\bar{t}\bar{t}} - c_1^2 B_{\bar{x}\bar{x}} + \beta^2 B = 0. \end{cases} \quad (23)$$

Equations (23) are known as the Klein-Gordon equations.

Assume that the shore on the right of the sinusoidal bar can absorb wave completely, then there is no reflected wave in  $x > L$ . Therefore, the right boundary condition is  $B(\bar{L}, \bar{t}) = 0$ .

Let the incident wave is

$$\zeta = A(\bar{x}, \bar{t}) e^{ik_1 \bar{x} - i\omega \bar{t}} \quad (24)$$

where

$$A(\bar{x}, \bar{t}) = A_0 e^{iK(\bar{x} - \omega \bar{t})}, \quad \bar{x} < 0 \quad (25)$$

In  $0 < x < L$ , assume that the solutions of (23) are

$$A(\bar{x}, \bar{t}) = A_0 T(\bar{x}) e^{-iKc_0 \bar{t}} \quad (26)$$

$$B(\bar{x}, \bar{t}) = A_0 R(\bar{x}) e^{-iKc_0 \bar{t}} \quad (27)$$

Here,  $T(\bar{x})$  and  $R(\bar{x})$  are transmission and reflection coefficient, respectively. Note that the solutions must continue at  $\bar{x} = 0$  and at  $\bar{x} = L$ .

Substituting (26) and (27) to (23) give the differential equation for  $T(\bar{x})$  and  $R(\bar{x})$ . Finally, we can solve them and we get the transmission and reflection coefficient of perfect resonance ( $K = 2k_1$ ). That is,

$$T(\bar{x}) = \frac{A}{A_0} = \frac{\cosh \frac{\beta(\bar{L} - \bar{x})}{c_1}}{\cosh \frac{\beta L}{c_1}} \quad (28)$$

and

$$R(\bar{x}) = \frac{B}{A_0} = \frac{i \sinh \frac{\beta(\bar{L} - \bar{x})}{c_1}}{\cosh \frac{\beta L}{c_1}} \quad (29)$$

Simulation of Bragg resonance will be made using the following data: flat depth  $h_0 = 10$  m wave number of incident wave  $k_1 = \pi/m$ , the sinusoidal bar patch has wave number  $2k_1 = 2\pi/m$ , and length  $L = 10$  m.

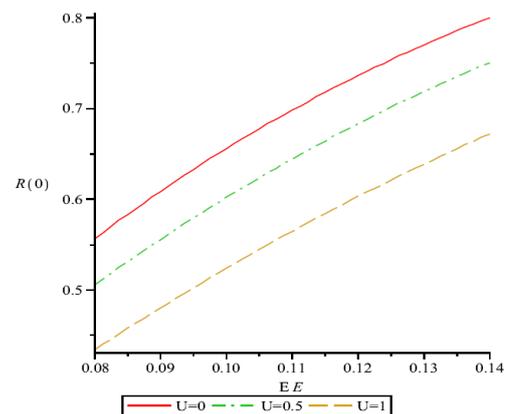


Figure 1:  $R(0)$  versus  $\square E$  for some  $U$ .

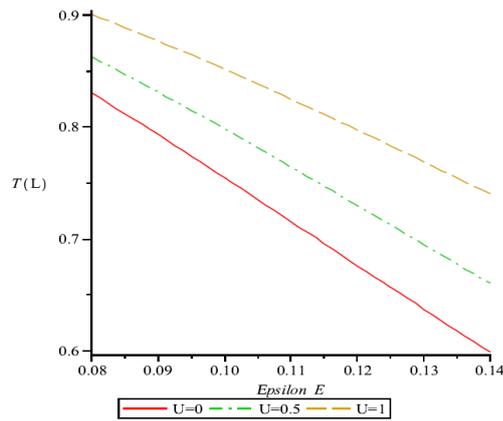


Figure 2.  $T(L)$  versus  $\square E$  for some  $U$ .

Sketch of  $R(0)$  and  $T(L)$  versus  $\square E$  for some current  $U$  draw in Figure 1 and 2. We can see from them that the larger amplitude of sinusoidal bar leads larger amplitude of reflected wave at  $x = 0$  and leads smaller amplitude of transmitted wave at  $x = L$ . Besides that, the affect of current to reflected and transmitted wave amplitude. The larger current leads the larger transmitted wave amplitude at  $x = L$  and leads the smaller reflected wave amplitude at  $x = 0$ .

When  $K = 2k_1 - \Delta$  whereas  $\Delta$  has very small value, then the case called subcritical detuning. The other hand, the case called supercritical detuning when  $K = 2k_1 + \Delta$ . In both case, the effect of resonance show the same qualitative results with perfect resonance.

Figure 3 shows, if perfect resonance occurs, then the reflected wave amplitude in the middle of reflected wave amplitude in subcritical and supercritical detuning case.

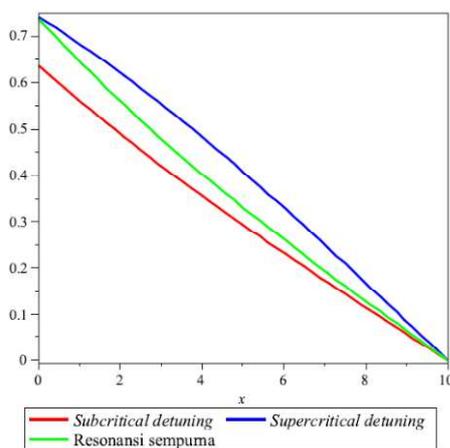


Figure 3. Comparison of reflected wave amplitude in perfect resonance, subcritical and supercritical detuning ( $\square E=0.14$  and  $U=0,5$ )

#### IV. CONCLUSION

The solution of wave equation over sinusoidal-beds with current is obtained by Riemann invariant form. A solution of them is superposition of monochromatic waves with two different wave numbers.

Sinusoidal bars may lead to Bragg resonance. When there is current, there are two wave numbers that lead to Bragg resonance, while there is only one wave number in no current case. Bragg resonance happens when the one of two different wavelength of incident wave is twice of the wavelength of the periodic bottom disturbance.

The larger amplitude of sinusoidal bar leads larger amplitude of reflected wave at  $x = 0$  and leads smaller amplitude of transmitted wave at  $x = L$ .

#### ACKNOWLEDGMENT

The author would like to thank S.R. Pudjaprasetya and A.Y. Gunawan for useful discussions

#### REFERENCES

- [1] A.D., Heathershaw, "Seabed-wave resonance and sandbar growth", *Nature*, **296**, pp. 343-345, 1982
- [2] C. C., Mei, "Multiple Scattering by an Extended Region of Inhomogeneities", Lecture Notes MIT, 2004.
- [3] J., Yu, C.C., Mei, "Do longshore bars shelter the shore?", *J. Fluid Mech.* 404, pp. 251-268, 2000.
- [4] Philip L.-F. Liu, "Resonant reflection of water waves in a long channel with corrugated boundaries", *J. Fluid Mech.* 179, pg. 371-381, 1987. K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [5] V. Noviantri, S.R.Pudjaprasetya, "The Relevance of Wavy Beds as Shoreline Protection", Proceedings of the 13th Asian Congress of Fluid Mechanics. Pg. 489-492, 2010

# Analisis Data Seismik Refraksi dengan Metode Generalized-Reciprocal

Ashadi Salim

Jurusan Matematika. School of Computer Science.

Binus University

Jl. KH. Syahdan No.9, Palmerah, Jakarta-Indonesia

ashadisalim@binus.ac.id

**Abstract--**The analysis of seismic refraction data by The generalized reciprocal method can be used for delineating undulating refractors. The forward and reverse times of arrival at different geophones separations XY along a refraction profile, are used for calculating time depth and velocity analysis function. The seismic wave velocity in refractor may be obtained from velocity analysis function, and the depth of refractor under each geophone are obtained from time-depths function. This method has been applied at one line of seismic refraction measurement that was 440 m long with 45 goephone positions. From the results of measurement, was obtained 20 m as the optimum XY-value and 2250 m/s as the velocity of seismic wave in refractor, and the undulating refractor topography with the depths varies 10,4,0-22,1 m. The optimum XY-value was obtained from calculation approximate to that derived from the observation, that was indicated the absent of undetected layer.

**Key Words:** seismic refraction, undulating refractor, velocity analysis function, time depth function.

## I. PENDAHULUAN

Analisa data seismik refraksi dengan metode "intercept time" atau metode T-X, menggunakan anggapan bahwa refraktor (bidang batas antara dua lapisan batuan berurutan) merupakan suatu bidang datar. Dalam kenyataan di lapangan hal tersebut jarang ditemukan, dimana umumnya bidang batas antara dua lapisan batuan adalah tidak rata atau berundulasi. Beberapa metode untuk analisis data seismik refraksi untuk bidang refraktor yang berundulasi sudah banyak dikembangkan [1] [2] [5]., diantaranya: metode " Delay Time", metode "Plus-Minus", dan metode Hagiwara- Masuda

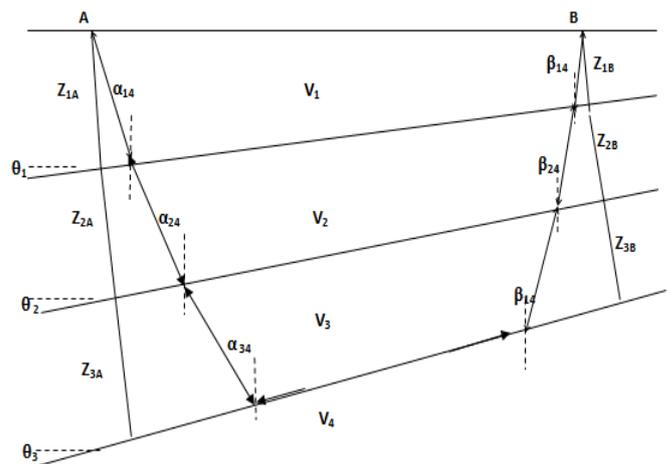
Pada makalah ini dikemukakan pemakaian metode "GENERALIZED - RECIPROCAL" dalam menganalisis /interpretasi data seismik refraksi untuk refraktor berundulasi. Metode ini didasarkan pada pengukuran waktu kedatangan gelombang "forward" dan "reverse"

pada beberapa geofon yang berjarak XY sepanjang lintasan pengukuran seismik, serta pengukuran waktu timbal balik dari perambatan gelombang antara dua titik sumber, dimana hasil pengukuran waktu tersebut digunakan untuk menghitung fungsi analisa kecepatan dan "time depth". Kecepatan gelombang pada refraktor dan kedalaman refraktor di bawah setiap posisi geofon dapat dihitung tanpa mengetahui informasi detail lapisan-lapisan di atas bidang refraktor. Grafik fungsi analisa kecepatan untuk beberapa jarak X-Y dapat digunakan untuk identifikasi ada atau tidaknya suatu patahan dalam daerah penelitian. Keuntungan lainya dari metoda ini, dapat digunakan untuk mengetahui adanya lapisan tidak terdeteksi (hidden layer), baik berupa suatu lapisan tipis maupun lapisan *inverse*(kecepatan gelombang pada suatu lapisan lebih rendah dari lapisan batuan di atasnya, yaitu dengan membandingkan harga X-Y optimum hasil observasi dengan yang diperoleh dari hasil perhitungan [2] [4].

## II. METODE

### A. Persamaan Waktu Perambatan gelombang

Pada gambar 1 ditunjukkan perambatan gelombang refraksi untuk model 4 lapisan batuan [1]



Gambar 1. Model 4 lapisan untuk menurunkan persamaan waktu perambatan gelombang dari titik A ke titik B [2]

Waktu perambatan gelombang dari A ke B yang melalui bidang refraktor ke 3 adalah :

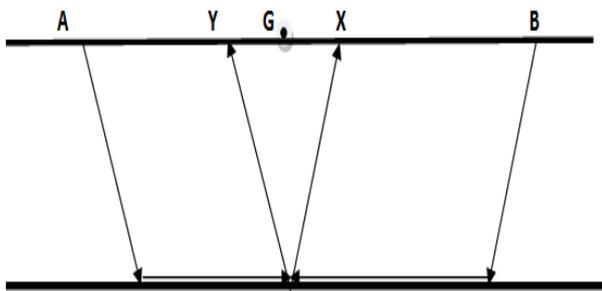
$$t_{AB} = \sum_{j=1}^3 (Z_{jA} \cos \alpha_{j4} + Z_{jB} \cos \beta_{j4}) / V_j + AB \cos \theta_1 \cos(\theta_2 - \theta_1) \cos(\theta_3 - \theta_2) / V_4 \quad (1)$$

Dimana : -  $Z_{jA}$  : tebal lapisan ke j di bawah titik A  
 -  $Z_{jB}$  : tebal lapisan ke j di bawah titik B  
 -  $\theta_1, \theta_2$  dan  $\theta_3$  berturut-turut merupakan sudut bias ke 1, 2 dan 3 terhadap permukaan  
 -  $V_1, V_2, V_3$  dan  $V_4$  berturut-turut merupakan kecepatan rambat gelombang pada lapisan ke 1, 2, 3 dan 4  
 -  $\alpha_{j4}$  adalah sudut bias kritis lapisan ke j terhadap lapisan ke 4 di bawah titik A dan  $\beta_{j4}$  di bawah titik B

Pengembangan persamaan (1) untuk n lapisan :

$$t_{AB} = \sum_{j=1}^{n-1} (Z_{jA} \cos \alpha_{jn} + Z_{jB} \cos \beta_{jn}) / V_j + AB \cos \theta_1 \cos(\theta_2 - \theta_1) \dots \cos(\theta_{n-1} - \theta_{n-2}) / V_n \quad (2)$$

Menentukan Kecepatan Rambat Gelombang Pada Bidang Refraktor



Gambar2. Geometri pendefinisian Fungsi Analisa Kecepatan

Fungsi analisa kecepatan untuk titik G yang berada di tengah antara titik X dan Y, seperti ditunjukkan pada gambar 2 (Palmer, 1980; Hatherly et al, 1986), didefinisikan sebagai berikut :

$$t_v = (t_{AY} - t_{BX} + t_{AB}) / 2 \quad (3)$$

Kecepatan semu gelombang pada bidang refraktor ke n ( $V'_n$ ) diperoleh dari kemiringan (slope) grafik  $t_v$  vs AG, yaitu :

$$1/V'_n = dt_v/dx \quad (4)$$

Dalam praktek, harga  $V'_n$  umumnya dianggap sebagai kecepatan gelombang sesungguhnya pada bidang refraktor ke n ( $V_n$ ). Untuk mendapatkan ketelitian  $V_n$  yang paling baik, grafik  $t_v$  vs AG dibuat untuk beberapa harga XY, dan grafiknya yang paling mendekati garis lurus, yang disebut sebagai XY optimum, akan memberikan harga  $V_n$  dengan

ketelitian yang paling baik. Pada XY optimum diasumsikan bahwa gelombang dari sumber di A ke titik X dan gelombang dari sumber di B ke titik Y berasal dari titik yang sama pada bidang refraktor [1] [2] [5].

### B. Menentukan Kedalaman Bidang Refraktor

Kedalaman bidang refraktor di bawah setiap posisi geofon dapat dihitung dengan menghitung terlebih dahulu waktu perambatan gelombang ke setiap geofon (time depth) menggunakan persamaan berikut [2]:

$$t_G = \{ t_{AY} + t_{BX} - (t_{AB} + XY/V'_n) \} / 2 \quad (5)$$

$V'_n$  diperoleh dari persamaan (4).

Dengan merubah  $t_{AY}, t_{BX}$  dan  $t_{AB}$  seperti dalam bentuk persamaan (2) dan kemudian disubstitusikan ke persamaan (5), maka akan dapat diperoleh :

$$t_G = \sum_{j=1}^{n-1} (Z_{jG} (\cos \alpha_{jn} + \cos \beta_{jn}) / (2V_{jn}))$$

Dan dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan :

$$t_G = \sum_{j=1}^{n-1} (Z_{jG} / V_{jn}) \quad (6)$$

Dengan :  $V_{jn} = 2 V_j / (\cos \alpha_{jn} + \cos \beta_{jn})$

dan  $Z_{jG}$  merupakan ketebalan lapisan ke j dibawah posisi geofon (G).

Persamaan (6) di atas menyatakan hubungan time depth dengan kedalaman.

Harga-harga  $\alpha_{jn}$  dan  $\beta_{jn}$  bergantung sudut-sudut kemiringan bidang refraktor, yang umumnya bervariasi secara acak, sehingga sulit untuk menentukan harga  $V_{jn}$  sesungguhnya. Dengan mengabaikan sudut kemiringan tersebut,  $V_{jn}$  dapat didekati dengan persamaan :

$$V_{jn} = V'_n \cdot V_{jn} / (V_n'^2 - V_j'^2)^{1/2}$$

Dengan pendekatan lapisan horizontal, persamaan (6) menjadi :

$$t_G = \sum_{j=1}^{n-1} (Z_{jG} \cos i'_{jn} / V'_j)$$

dan jarak XY optimum:  $XY_{opt} = \sum_{j=1}^{n-1} (2Z_{jG} \tan i'_{jn})$

dengan:  $\sin i'_{jn} = V'_j / V'_n$

Kedalaman bidang refraktor dapat dihitung dengan menggunakan kecepatan rata-rata pada lapisan-lapisan di atas refraktor, tanpa harus mendefinisikan semua lapisan.

Dengan menggunakan notasi kecepatan rata-rata dan dengan

$$\sin i = V / V_n'$$

persamaan time depth menjadi :

$$t_G = \frac{\cos i}{V} \sum_{j=1}^{n-1} Z_{jG}$$

Dan  $XY_{opt} = 2 \tan i \sum_{j=1}^{n-1} Z_{jG}$  (7)

Dari kedua persamaan di atas dapat diperoleh :

$$V = (V_n'^2 XY / (2 t_G V_n' + XY))^{1/2}$$

Dengan demikian kedalaman bidang refraktor dapat dihitung dengan persamaan :

$$\sum_{j=1}^{n-1} Z_{jG} = t_G \frac{V}{\cos i} = t_G \sqrt{\frac{V_n' XY}{2 t_G}} \quad (8)$$

Kedalaman bidang refraktor di bawah titik sumber ( titik A dan B) dihitung menggunakan waktu "intercept time " dari fungsi analisa kecepatan, yaitu :

$$(t_V)_X = 0 = \sum_{j=1}^{n-1} Z_{jP} / V_{jn}$$

dan perhitungan tersebut dilakukan untuk fungsi analisa kecepatan dari " direct dan reverse shooting "

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

Analisis data seismik refraksi dengan metoda Generalized Reciprocal ini telah diterapkan pada 1 lintasan pengukuran seismik refraksi, dengan panjang lintasan 440 m. Lintasan pengukuran terdiri atas 2 segmen pengukuran dengan panjang setiap segmen 220 m, dengan posisi geofon 1 dari segmen kedua berimpit dengan posisi geofon 23 segmen pertama. Pada setiap segmen dilakukan pengukuran secara timbal-balik (forward" dan "reverse" shooting) dan sumber jauh pada kedua sisi setiap segmen. Dengan teknik pengukuran yang dilakukan, memungkinkan untuk menggabungkan data pengukuran dari kedua segmen menjadi data satu lintasan pengukuran dengan 45 posisi geofon.

Jarak antara dua geofon berdekatan adalah 10 m. Harga  $t_{AB}$  diambil harga rata-rata dari hasil yang diperoleh sumber di A dan sumber di B.

Pada tabel 1 ditunjukkan data hasil pengukuran (data gabungan dari kedua segmen pengukuran). berupa waktu perambatan gelombang refraksi dari sumber ke masing-masing geofon. data forward ( $t_A$ ) pada kolom 2 dan data reverse ( $t_B$ ) pada kolom 3. Gelombang yang datang pada masing-masing geofon tersebut dianggap merupakan gelombang refraksi dari refraktor yang dipelajari.

Dengan menggunakan persamaan (3), dihitung fungsi analisa kecepatan ( $t_V$ ) untuk X-Y= 10 m, 20 m dan 30 m. Hasil perhitungan tersebut ditunjukkan pada kolom 4, 5 dan 6 pada tabel 1.

Dari grafik  $t_V$  Vs AG (AG adalah jarak dari sumber ke geofon) untuk ketiga harga XY tersebut. diperoleh bahwa grafik untuk XY 20 m adalah paling mendekati garis lurus.

Tabel 1. Data pengukuran dan hasil interpretasi seismik refraksi

No. Geofon	$T_A$ (ms)	$T_B$ (ms)	$T_V$ (ms)			$T_G$ (ms)	H (m)
			XY= 10 m	XY= 20 m	XY= 30 m		
			XY= 10 m	XY= 20 m	XY= 30 m	XYopt =20 m	
1	25	221	15,5				
2	30	218	18,5	17,0	18	11,6	17,0
3	33	212	22,5	19,5	21,5	11,1	16,3
4	35	207	27,0	24,5	26,5	10,1	14,8
5	39	201	32,0	29,0	31,5	9,6	14,1
6	43	198	36,0	34,5	37	9,1	13,3
7	48	191	42,0	38,5	41,5	10,1	14,8
8	53	186	47,5	45,0	46,5	9,6	14,1
9	59	181	51,5	49,0	51	8,6	12,6
10	62	176	56,0	53,5	55	8,1	11,8

No. Geofon	T <sub>A</sub> (ms)	T <sub>B</sub> (ms)	T <sub>V</sub> (ms)	T <sub>G</sub> (ms)	H (m)								
						33	163	80	151,0	152,5			
			XY=	XY=	XY=				155,5	156,0			
			10 m	20 m	30 m				160,5	159,5			
									164,5	166,5			
11	66	173	57,5	61	7,1	10,4	35	173	70	162,5	166,5	10,1	14,8
			59,0						164,5	166,5			
12	69	168	62,5		9,1	13,3	36	177	64	168,0	170,5	11,6	17,0
			65,8						171,0	170,5			
13	76	164	66,0	63,5	7,6	11,1	37	184	61	173,5	175,0	11,1	16,3
			68,0						175,0	175,0			
14	78	162	71,5	69,5	9,1	13,3	38	189	59	176,5	180,0	11,1	16,3
			72,5						177,5	180,0			
15	85	158	75,0	74,0	10,6	15,5	39	192	55	181,0	184,5	13,6	19,9
			77,0						183,0	184,5			
16	90	152	80,0	78,0	11,6	17,0	40	199	49	186,5	188,5	15,1	22,1
			83,0						189,0	188,5			
17	96	146	84,0	81,0	9,6	14,1	41	206	47	191,5	193,5	14,1	20,7
			87,0						192,5	193,5			
18	98	142	89,5	86,5	9,1	13,3	42	210	43	194,5	196,5	15,1	22,1
			91,5						196,5	196,5			
19	103	138	93,5	84,0	9,1	13,3	43	214	35	198,5	200,5	15,1	22,1
			95,5						202,5	200,5			
			99,5						206,5	200,5			
20	107	134	97,5	86,5	9,1	13,3	44	218	31	204,5	204,5	13,1	19,2
			99,5						206,5	204,5			
21	111	131	102,5	86,5	10,1	14,8	45	222	37				
			104,0										
22	117	128	106,0	100,5	10,6	15,5							
			107,5										
23	121	122	109,5	104,5	11,1	16,3							
			112,5										
24	125	119	114,0	108,0	9,6	14,1							
			115,5										
26	131	110	122,5	111,0	10,1	14,8							
			124,5										
27	137	104	125,5	114,0	9,1	13,3							
			128,5										
28	139	99	132,0	115,5	9,6	14,1							
			134,5										
30	151	93	141,0	123,5	9,6	14,1							
			142,0										
31	155	86	144,0	129,0	10,6	15,5							
			147,5										
32	159	83	149,5	134,5	9,1	13,3							

Dari grafik  $t_v$  Vs AG (AG adalah jarak dari sumber ke geofon) untuk ketiga harga XY tersebut. diperoleh bahwa grafik untuk XY 20 m adalah paling mendekati garis lurus. Maka harga XY 20 m tersebut diambil sebagai harga XY optimum. Dari grafik  $t_v$  Vs XY untuk XY optimum tersebut, dihitung kecepatan semu gelombang pada bidang refraktor. Kecepatan semu pada refraktor tersebut besarnya adalah 2250 m/s.

Time depth ( $t_G$ ) untuk setiap posisi geofon dihitung dengan menggunakan persamaan (5), dan dilakukan untuk X-Y = 20 m, hasil perhitungan tersebut ditunjukkan pada kolom 7 tabel 1.

Selanjutnya dengan menggunakan persamaan (8) dapat dihitung kedalaman bidang refraktor di bawah posisi masing-masing geofon, dan hasil perhitungan tersebut ditunjukkan pada kolom 8 tabel 1.

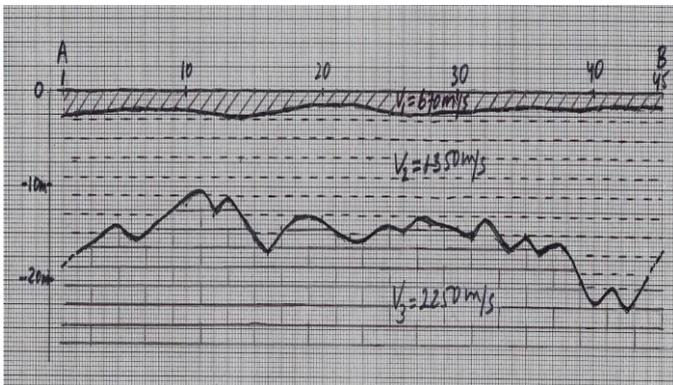
**B. Pembahasan**

Dari kolom 8 tabel 1 di atas terlihat bahwa kedalaman bidang refraktor sepanjang lintasan pengukuran adalah bervariasi antara 10,4 – 22.1 m. Hasil tersebut menunjukkan bahwa topografi permukaan refraktor adalah tidak rata atau berundulasi, seperti ditunjukkan pada gambar 3.

Dengan menggunakan metode “intercept time” diperoleh bahwa di daerah penelitian terdapat 3 lapisan batuan, lapisan pertama dengan kecepatan rambat gelombang 670 m/s dan

tebal rata-rata dibawah titik sumber adalah 2 m, serta lapisan kedua dengan kecepatan rata-rata 1350 m/s. Dari data-data tersebut dan dengan menggunakan persamaan (7), diperoleh  $XY_{opt} = 21,2$  m. Harga ini adalah relatif sama dengan harga  $XY_{opt}$  hasil observasi (20 m), dengan simpangan sebesar 6%. Dari hasil tersebut, dapat diduga bahwa di sepanjang lintasan pengukuran tidak terdapat lapisan tidak terdeteksi.

Pada gambar 3 ditunjukkan penampang kecepatan hasil pengukuran seismik, yang menunjukkan bahwa di daerah penelitian dapat diidentifikasi 3 lapisan batuan. Setiap lapisan batuan didefinisikan berdasarkan kecepatan rambat gelombang pada masing-masing lapisan. Menurut data geologi daerah setempat, lapisan pertama dengan kecepatan gelombang 670 m/s merupakan lapisan pasir lempungan, lapisan kedua dengan kecepatan gelombang 1350 m/s merupakan lapisan lanau kerikilan dengan variasi perlapisan pasir lempungan, dan lapisan ketiga dengan kecepatan gelombang 2250 m/s merupakan batuan andesit basaltic.



Gambar 3. Penampang Kecepatan

#### IV. PENUTUP

Analisis data seismik refraksi dengan metode Generalized Reciprocal pada satu lintasan pengukuran yang panjang lintasannya 440 m dengan 45 posisi geofon, diperoleh informasi mengenai topografi bidang refraktor dibawah lintasan pengukuran, dimana topografi refraktor berundulasi dengan kedalaman bervariasi antara 10,4-22,1 m. dari permukaan Kecepatan rambat gelombang seismik pada refraktor ini adalah 2250 m/s..

Dari data penghitungan fungsi analisa kecepatan ( $t_v$ ) untuk harga XY 10, 20 dan 30 m, dapat diperkirakan bahwa pada daerah sepanjang lintasan pengukuran seismik tidak terdapat suatu patahan. Harga  $XY_{opt}$  hasil perhitungan, 21,2 m, dan hasil observasi 20 m, yang hampir sama, mengindikasikan bahwa sepanjang lintasan pengukuran tidak terdapat lapisan tidak terdeteksi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Orlovsky, H. Ruter, and H. Dresen, H. "Combinaion of common-midpoint refraction seismics with the generalized reciprocal method" Journal of Applied Geophysics, V.39, Issue 4, September, p.221-235, 1988
- [2] D. Palmer, "The Generalized reciprocal method of seismic refraction interpretation". Oklahoma; Society of Exploration Geophysicists, 1980
- [3] D. Palmer, D. " An Introduction to the generalized reciprocal method of seismic refraction interpretation". Geophysics, Vol.46, p.1508-1518, 1980
- [4] P. J. Hatherley and M.J. Neville, "Experience with generalized reciprocal method of seismic refraction interpretation for shallow engineering site investigation". Geophysics, Vol.51, p.255-265,1986
- [5] R.J., Whiteley, and P.J. Eccleston, " Comparison of shallow seismic refraction interpretation methodes for regolith mapping". Presented at 18<sup>th</sup> ASEG Geophysical Conference & Exhibitin, Juli 2006.

# Pembelajaran Matematika dengan Bantuan Komputer

Mutia Lina Dewi  
Teknik Sipil – Politeknik Negeri Malang  
Malang - Indonesia  
mulinde@yahoo.com

**Abstract— Pembelajaran matematika di Politeknik Negeri Malang tidak hanya teori di kelas, tetapi juga praktek di Laboratorium Komputer. Di jurusan Elektro menggunakan Mat Lab, sedangkan di jurusan Teknik Sipil dan Teknik Mesin menggunakan software program derive. Hampir semua permasalahan matematika dapat diselesaikan dengan program derive. Pokok bahasan disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing jurusan. Mahasiswa senang dan aktif belajar matematika dengan derive.**

**Keywords: Pembelajaran, Praktek, Program Derive**

## I. PENDAHULUAN

Matematika adalah salah satu ilmu pengetahuan yang dipelajari sejak usia dini, mulai kelompok bermain sampai dengan perguruan tinggi. Namun demikian, banyak siswa mempunyai kesulitan dalam menyelesaikan matematika. Tidak hanya pada tingkat pendidikan dasar tetapi juga pada tingkat pendidikan menengah. Jawa Pos (2010) [4], menuliskan bahwa soal ujian nasional materi matematika membuat siswa menangis dan selalu menjadi “momok” yang menakutkan siswa. Padahal, menurut Surya (2010) [5], menyatakan tidak ada anak Indonesia yang bodoh, dengan metode tepat pelajaran menjadi menyenangkan dan anak menjadi hebat.

Di Politeknik Negeri Malang, khususnya mahasiswa jurusan Teknik Sipil terlihat fun dan sangat aktif ketika pembelajaran matematika di laboratorium komputer. Mahasiswa senang permasalahan matematika dapat diselesaikan dengan mudah. Mahasiswa bersorak dan bertepuk tangan ketika dosen memberikan contoh soal yang dapat diselesaikan dengan cepat dan benar. Suasana menyenangkan seperti ini disebabkan pembelajaran dibantu dengan software derive. Mahasiswa hanya mengoperasikan komputer dengan menggunakan notasi program derive, tanpa uraian atau proses penyelesaian. Menurut Santos (2011) [1], menyatakan program derive seperti kalkularnya windows, hanya mengoperasikan notasi, bilangan, persamaan dan apapun yang dibutuhkan untuk penyelesaian matematika. Selanjutnya Hakim (2001) [3], menyatakan prestasi mahasiswa dalam matematika lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran teori di ruang kelas dan lebih efektif. Hal ini dikarenakan skor tes tinggi dan diselesaikan dalam waktu yang singkat. Program derive adalah salah satu software windows yang dapat membantu menyelesaikan berbagai masalah matematika. Dengan bantuan program derive, penghitungan yang sulit dapat diselesaikan

dengan mudah dalam waktu yang singkat. Hampir semua permasalahan matematika dapat diselesaikan dengan program derive. Pokok pembahasan di politeknik disesuaikan dengan kebutuhan, diantaranya Persamaan, Grafik, Matriks, Determinan, Limit, Turunan, dan Integral.

### A. Notasi Program Derive

Hal yang harus diperhatikan dalam derive adalah notasi dan prosedur penyelesaian masalah. Notasi dan prosedur yang akan menentukan apakah jawaban salah atau benar. Jika notasi dan prosedur yang digunakan tepat, maka akan menghasilkan jawaban benar, sebaliknya jika salah maka akan menghasilkan jawaban salah. Kesalahannya bukan karena programnya, tetapi disebabkan si pengguna yang salah mengoperasikan. Contoh penulisan dengan derive dituliskan seperti berikut.

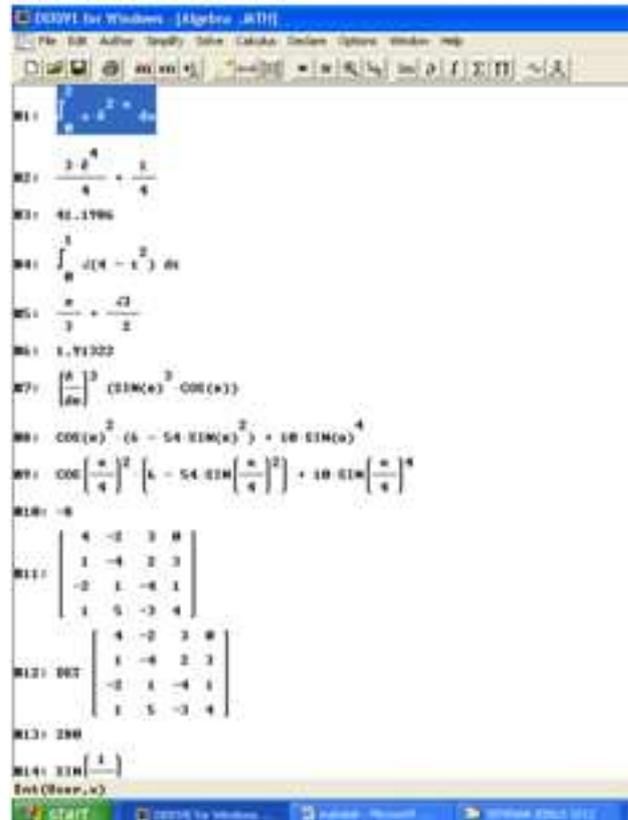
- 1)  $x^3 - 4x + 2$  diketik  $x^3-4x+2$
- 2)  $\sin x + \text{ctg } 3x$  diketik  $\sin(x)+ \cot(3x)$
- 3)  $e^{2x} - \ln x$  diketik  $e^{(2x)}- \ln (x)$
- 4)  $\text{arc tg } 2t$  diketik  $\text{atan}(2t)$
- 5)  $\frac{2x}{x^3+1}$  diketik  $(2x)/(x^3+1)$
- 6)  $15 \times 3 - 10 : 2$  diketik  $15*3-10/2$
- 7)  $\frac{3x+2}{2x-1}$  diketik  $(3x+2)/(2x-1)$
- 8)  $\sqrt{x+2}$  diketik  $\sqrt{(x+2)}$

Perbedaan penulisan notasi umum dan derive ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

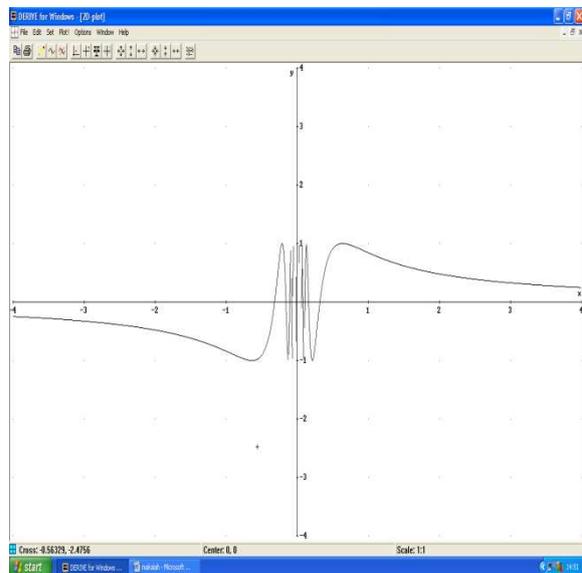
TABEL 1 PENULISAN UMUM DAN NOTASI PROGRAM DERIVE

Notasi Umum	Notasi Derive
Pangkat	^
:	/
+	+
-	-
ln x	ln (x)
sin t	sin(t)

$\cos 2t$	$\cos(2t)$
$\operatorname{tg} x$	$\tan(x)$
$\operatorname{ctg} 3x$	$\cot(3x)$
$\operatorname{cosec} 3t$	$\csc(3t)$
$\operatorname{arc} \operatorname{ctg} 2x$	$\operatorname{acot}(2x)$
$\tan^2 2t$	$\tan(2t)^2$
$e^{2x}$	$e^{(2x)}$
$\frac{a}{b+c}$	$a/(b+c)$



(a)



(b)

Gambar 1. Contoh penulisan (a) dan hasil (b)

### B. Keunggulan Program Derive

Menurut Hakim (1999)[2], keunggulan program derive diuraikan seperti berikut.

- 1) Presisi, ketelitian perhitungan mencapai 15 digit desimal
- 2) Menguji pengukuran satuan dan dimensi
- 3) Memecahkan persamaan simultan dan pertidaksamaan
- 4) Mengidentifikasi bilangan kompleks dan variabel
- 5) Mengenali bilangan oktal, desimal, dan hexadesimal
- 6) Mampu menganalisis fungsi trigonometri, hiperbolik, dan eksponensial
- 7) Dapat digunakan untuk analisis data dtatistik
- 8) Melakukan transformasi Fourier secara cepat
- 9) Operasi matriks dan vektor mencapai 8000 elemen
- 10) Ukuran grafik mencapai 127 baris dan 127 kolom

### II. CONTOH PENERAPAN PROGRAM DERIVE

Kerjakan soal berikut dengan menggunakan program derive:

- a) Selesaikanlah:  $\int_0^2 x e^{2x} dx$
- b) Hitunglah:  $\int_0^1 \sqrt{4-t^2} dt$
- c) Carilah  $f''\left(\frac{\pi}{4}\right)$  dari  $f(\theta) = \sin 3\theta \cos \theta$
- d) Selesaikan determinan berikut.  $\begin{vmatrix} 4 & -2 & 3 & 0 \\ 1 & -4 & 2 & 3 \\ -2 & 1 & -4 & 1 \\ 1 & 5 & -3 & 4 \end{vmatrix}$
- e) Gambarkan grafik  $f(x) = \sin\left(\frac{1}{x}\right)$

Dengan mengoperasikan program derive, jawaban dapat dilihat pada monitor seperti berikut.

### III. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian Hakim (2001) [3], menyatakan prestasi mahasiswa lebih baik dibandingkan pembelajaran teori di kelas dan penyelesaian matematika waktunya lebih cepat.

Selanjutnya Dewi (2010) telah melakukan penelitian dilaksanakan di jurusan Teknik Sipil dengan subjek penelitian mahasiswa semester 1 sebanyak 6 kelas dengan jumlah mahasiswa 24 orang untuk tiap kelas. Sumber penelitian adalah mahasiswa program DIII, yaitu kelas IA, IB, IC, ID, IE, dan IF. Pembelajaran dilaksanakan di kelas untuk pembahasan teori dan di laboratorium komputer untuk pembahasan dengan derive, mahasiswa berinteraksi langsung dengan komputer, satu mahasiswa satu komputer. Pokok bahasan yang diberikan adalah Trigonometri, Geometri, Turunan, Maksimum dan Minimum, Integral Dasar, Matriks dan Determinan. Pada pelaksanaan pembelajaran di kelas dan di laboratorium komputer, peneliti selain menjadi pengajar juga sebagai pengamat.

Sebagai pengamat, peneliti mengamati semua hal yang terjadi pada saat pembelajaran. Penyampaian materi dilakukan melalui tanya jawab antara mahasiswa dan dosen dengan menekankan pada manfaat materi yang dipelajari. Peneliti berusaha memberikan motivasi kepada mahasiswa dengan mengingatkan pentingnya materi matematika untuk menunjang materi jurusan Teknik Sipil. Sebelum jam perkuliahan berakhir, mahasiswa diberikan soal-soal latihan yang dikerjakan secara individu. Hasil rata-rata tes matematika secara Teori dan Praktek ditunjukkan Tabel 2 berikut.

TABEL 2 SKOR RATA-RATA DAN SIMPANGAN BAKU

Kelas	Teori		Praktek (Derive)	
	Rata-Rata	Simpangan Baku	Rata-Rata	Simpangan Baku
IA	36	28	86	24
IB	55	21	75	15
IC	61	26	86	18
ID	29	29	69	27
IE	40	33	76	25
IF	26	20	38	26

#### IV. SIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada pembelajaran matematika secara teori di kelas, mahasiswa tekun mendengarkan dan mencatat, tetapi tidak dapat diketahui pemahamannya. Selain itu, mahasiswa pasif, malu bertanya, dan tidak mempunyai inisiatif sendiri untuk menyelesaikan masalah.
2. Pembelajaran dengan derive tidak membosankan, mahasiswa aktif menyelesaikan masalah dan banyak bertanya, serta minat dan motivasi mahasiswa terhadap mahasiswa lebih tinggi dibandingkan dengan pembelajaran teori di kelas.
3. Hasil tes menunjukkan skor rata-rata teori untuk semua kelas nilainya lebih kecil dari skor rata-rata praktek. Sedangkan simpangan bakunya lebih besar kelas teori daripada praktek. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa prestasi matematika secara praktek atau derive hasilnya lebih baik dibandingkan secara teori.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Elena Santos about Derive <http://derive.en.softonic.com/> diunduh 1 juni 2011
- [2] Hakim, AR. 1999. Program Derive for Windows. Malang: P5D – Politeknik Negeri Malang
- [3] Hakim, AR. 2001. Efektifitas Pembelajaran Matematika berbantuan Program Derive di Politeknik. Malang: P5D – Politeknik Negeri Malang
- [4] Jawa Pos. 2010. Ujian Nasional. Selasa 23 Maret 2010
- [5] Surya Yohanes. 2010. Problem Akut Sistem Pembelajaran di Indonesia. Jawa Pos: Kamis 7 Januari 2010.

# Penduga Fungsi Intensitas Proses Poisson Periodik untuk *Slope* Tidak Diketahui

Ro'fah Nur Rachmawati  
Jurusan Statistika, Universitas Bina Nusantara  
Jakarta, Indonesia  
rrachmawati@binus.edu

**Abstract**— In this paper, we construct the estimation for periodic component of the intensity function of a periodic Poisson process in the presence of power function trend with uniform kernel function. It is considered the worst case where there is only available a single realization of the Poisson process having intensity which consist of a periodic component and a power function trend, observed in interval  $[0, n]$ . It is assumed that the period of the periodic component and the slope of the power function trend are unknown. It has been formulated the estimator and the convergence of the bias, variance and mean square error of the estimator. The proofs produce mean square error of the estimator that we construct converge to zero while  $n$  is large.

**Keywords**— component; Poisson Process; periodic Poisson Process; kernel function; power function trend

## I. PENDAHULUAN

Pada proses Poisson periodik, terdapat beberapa metode nonparametrik untuk menduga fungsi intensitas pada suatu titik yang diberikan, di antaranya adalah metode penduga tipe kernel dan metode penduga titik terdekat (*nearest neighbor estimation*). Dua metode tersebut telah digunakan untuk menduga secara konsisten fungsi intensitas lokal dengan periode  $\tau$  (diketahui) [3]. Selain itu, pendugaan fungsi intensitas lokal menggunakan metode titik terdekat serta pembuktian kekonsistenan lemah dan kuat dari penduga yang diperoleh telah dikaji pada [7]. Ada metode lain yaitu dengan meniru bentuk umum metode *maximum likelihood* untuk menduga laju proses Poisson homogen yang dapat diterapkan untuk menduga fungsi intensitas global ( $\theta$ ) pada Poisson periodik [3].

Fungsi intensitas proses Poisson telah digunakan pada pemodelan laju tumpahan minyak di Laut Utara Belanda [6]. Secara komputasi, telah dirumuskan suatu algoritma untuk menduga fungsi intensitas suatu proses Poisson dengan tren eksponensial kuadrat dan periodik [5].

Pendugaan fungsi intensitas ini dapat dibedakan berdasarkan periodenya, yaitu jika periodenya tidak diketahui dan jika periodenya diketahui. Untuk periode yang tidak

diketahui, pendugaan fungsi intensitas lebih rumit dibandingkan proses dengan periodenya diketahui. Meskipun demikian kekonsistenan penduga tipe kernel dari fungsi intensitas suatu proses Poisson periodik untuk kasus periode tidak diketahui telah dikaji pada [1]. Untuk periode yang diketahui telah dilakukan kajian perumusan penduga tipe kernel, pembuktian dari kekonvergenan lemah dan kuat dari serta kenormalan asimtotik dari penduga yang diperoleh.

Pemodelan suatu fenomena dengan proses Poisson periodik berkembang dengan menyertakan suatu komponen tren linear [4], maupun menggunakan periodik ganda dalam fungsi intensitasnya [2]. Namun, apabila laju kedatangan suatu proses Poisson meningkat berdasarkan suatu fungsi pangkat terhadap waktu, maka model yang lebih tepat untuk digunakan adalah Proses Poisson periodik dengan menyertakan suatu komponen tren berbentuk fungsi pangkat. Sehingga tujuan dari tulisan ini adalah menduga komponen periodik dari fungsi intensitas proses Poisson periodik dengan tren pangkat, selain itu juga akan dibuktikan kekonvergenan mean square error dari penduga yang diperoleh.

Kontribusi dari penelitian ini adalah komponen yang digunakan tidak lagi tren linear seperti penelitian sebelumnya, namun menggunakan suatu komponen tren fungsi pangkat yang dapat memrepresentasikan lebih banyak fenomena dalam kehidupan nyata. Selain itu, dalam pendugaan kompoen periodik, tidak diperlukan suatu bentuk parametrik dari parameternya, pendugaan dilakukan dengan memandang suatu realisasi tunggal  $N$ , yang merupakan suatu proses Poisson yang diamati pada interval terbatas  $[0, n]$ . Pendugaan dilakukan untuk nilai kemiringan (*slope* dari fungsi intensitas proses Poisson periodik) yang tidak diketahui.

## II. ASUMSI DAN PENDUGA KOMPONEN PERIODIK

### A. Asumsi

Misalkan  $N$  adalah proses Poisson pada interval  $[0, \infty)$  dengan nilai harapan  $\mu$  yang kontinu mutlak, dan fungsi intensitas  $\lambda$  yang terintegralkan lokal. Sehingga, untuk setiap himpunan Borel terbatas  $B$  maka:

$$\mu(B) = EN(B) = \int_B \lambda(s) ds < \infty .$$

Fungsi  $\lambda$  diasumsikan terdiri atas dua komponen yaitu komponen periodik  $\lambda_c$ , dengan periode  $\tau > 0$  (diketahui) dan komponen tren fungsi pangkat  $as^b$ , dengan koefisien pangkat adalah  $b, b \in [0,1]$ . Dengan demikian, untuk setiap  $s \in [0, \infty)$ , fungsi intensitas  $\lambda$  dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\lambda(s) = \lambda_c(s) + as^b \quad (1)$$

dengan  $\lambda_c(s)$  adalah fungsi periodik dengan periode  $\tau$ . Jika  $b=0$  maka fungsi intensitas  $\lambda$  dapat ditulis menjadi:  $\lambda(s) = \lambda_c(s) + a$ , yang masih merupakan fungsi periodik. Jika  $b=1$  maka fungsi intensitas  $\lambda$  dapat ditulis menjadi:  $\lambda(s) = \lambda_c(s) + as$ , yang merupakan fungsi intensitas dengan tren linear dan pembahasannya dapat dilihat pada Helmers dan Mangku (2007). Sehingga pembahasan pada tulisan ini difokuskan untuk  $b \in (0,1)$ .

Diasumsikan  $\lambda_c$  adalah periodik sehingga persamaan

$$\lambda_c(s+k\tau) = \lambda_c(s) \quad (2)$$

berlaku untuk setiap  $s \in [0, \infty)$  dan  $k \in \mathbb{Z}$ , dengan  $\mathbb{Z}$  adalah himpunan bilangan bulat. Karena  $\lambda_c(s)$  adalah fungsi periodik dengan periode  $\tau$ , maka untuk menduga  $\lambda_c(s)$  pada  $s \in [0, \infty)$  cukup diduga nilai  $\lambda_c(s)$  pada  $s \in [0, \tau)$ . Pada tulisan ini difokuskan untuk kasus koefisien  $a > 0$  (slope dari komponen tren periodik) tidak diketahui.

### B. Penduga Komponen Periodik

Penduga bagi  $\lambda_c(s)$  pada  $s \in [0, \tau)$  dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\hat{\lambda}_{c,n,b}(s) = \frac{1-b}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{1}{k^b} \frac{N([s+k\tau-h_n, s+k\tau+h_n])}{2h_n} - \hat{a}_{n,b} \frac{(1-b)}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{(s+k\tau)^b}{k^b} \quad (3)$$

Dengan

$$\hat{a}_{n,b} = \frac{(1+b)N([0, n])}{n^{1+b}} - \frac{(1+b)\theta}{n^b}$$

adalah penduga bagi  $a$ ,

$n_\tau = \left\lfloor \frac{n}{\tau} \right\rfloor$  menyatakan bilangan bulat terbesar yang lebih kecil

atau sama dengan  $\frac{n}{\tau}$ , dan  $h_n$  adalah barisan bilangan real positif yang konvergen menuju nol, yaitu

$$h_n \downarrow 0 \quad (4)$$

untuk  $n \rightarrow \infty$ . Penduga tipe kernel bagi  $\lambda_c(s)$  adalah  $\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)$ , sedangkan  $h_n$  pada penduga tersebut disebut *bandwidth*.

Untuk kasus dimana nilai  $a$  tidak diketahui, diperlukan informasi tambahan, yaitu kita perlu mengetahui

$\theta = \frac{1}{\tau} \int_0^\tau \lambda_c(s) ds$ , yaitu fungsi intensitas global dari komponen periodik fungsi intensitas  $\lambda$ .

Penduga  $a$  yaitu  $\hat{a}_{n,b}$  diperoleh dari:

$$\begin{aligned} EN([0, n]) &= \int_0^n (\lambda_c(s) + as^b) ds \\ &= \int_0^n \lambda_c(s) ds + \int_0^n as^b ds \\ &\approx n\theta + \frac{1}{1+b} as^{1+b} \Big|_0^n \\ &= n\theta + \frac{1}{1+b} an^{1+b} . \end{aligned}$$

Dengan mengganti  $EN([0, n])$  dengan padanan stokastiknya  $N([0, n])$ , diperoleh

$$N([0, n]) \approx n\theta + \frac{1}{1+b} an^{1+b}$$

atau

$$a \approx \frac{(1+b)N([0, n])}{n^{1+b}} - \frac{(1+b)\theta}{n^b} .$$

Dengan demikian diperoleh bahwa

$$\hat{a}_{n,b} = \frac{(1+b)N([0, n])}{n^{1+b}} - \frac{(1+b)\theta}{n^b} .$$

Ide di balik pembentukan penduga tipe kernel dapat diuraikan sebagai berikut. Dengan menggunakan (1) dan (2) diperoleh

$$\lambda_c(s) = \lambda_c(s+k\tau) = \lambda(s+k\tau) - a(s+k\tau)^b . \quad (5)$$

Misalkan  $L_{n,b} = \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{1}{k^b}$ , maka dengan (5) diperoleh

$$\begin{aligned} \lambda_c(s) &= \frac{1}{L_{n,b}} \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{1}{k^b} \lambda_c(s+k\tau) \\ &= \frac{1}{L_{n,b}} \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{1}{k^b} (\lambda(s+k\tau) - a(s+k\tau)^b) \\ &= \frac{1}{L_{n,b}} \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{1}{k^b} \lambda(s+k\tau) - \frac{\hat{a}_{n,b}}{L_{n,b}} \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{(s+k\tau)^b}{k^b}. \end{aligned} \quad (6)$$

Untuk melakukan pendekatan terhadap suku pertama pada (6), diperlukan asumsi bahwa  $s$  adalah titik Lebesgue bagi  $\lambda_c$  dan asumsi (4) terpenuhi. Sehingga suku pertama (6) menjadi

$$\begin{aligned} &\frac{1}{L_{n,b}} \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{1}{k^b} \lambda(s+k\tau) \\ &\approx \frac{1}{L_{n,b}} \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{1}{k^b} \frac{1}{|[s+k\tau-h_n, s+k\tau+h_n]|} \int_{[s+k\tau-h_n, s+k\tau+h_n]} \lambda(x) dx \\ &= \frac{1}{L_{n,b}} \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{1}{k^b} \frac{EN([s+k\tau-h_n, s+k\tau+h_n])}{2h_n}. \end{aligned}$$

Dengan mengganti  $EN([s+k\tau-h_n, s+k\tau+h_n])$  dengan padanan stokastiknya, maka suku terakhir di atas dapat diaproksimasi

$$\approx \frac{1}{L_{n,b}} \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{1}{k^b} \frac{N([s+k\tau-h_n, s+k\tau+h_n])}{2h_n}.$$

Perhatikan bahwa

$$L_{n,b} = \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{1}{k^b} \sim \frac{(n/\tau)^{1-b}}{1-b},$$

yang menyatakan  $L_{n,b}$  setara asimtotik dengan  $\frac{(n/\tau)^{1-b}}{1-b}$  jika  $n \rightarrow \infty$ . Dengan mengganti  $L_{n,b}$  dengan  $\frac{(n/\tau)^{1-b}}{1-b}$ , maka diperoleh penduga bagi  $\lambda_c(s)$ , yaitu

$$\begin{aligned} \hat{\lambda}_{c,n,b}(s) &= \frac{1-b}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{1}{k^b} \frac{N([s+k\tau-h_n, s+k\tau+h_n])}{2h_n} \\ &\quad - \frac{\hat{a}_{n,b}(1-b)}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_\tau} \frac{(s+k\tau)^b}{k^b} \end{aligned}$$

seperti pada persamaan (3).

### III. HASIL

#### A. Lema 1 (Kekonsistenan $\hat{a}_{n,b}$ )

Misalkan fungsi intensitas  $\lambda$  memenuhi (1) dan terintegralkan lokal, maka

$$E(\hat{a}_{n,b}) = a + O\left(\frac{1}{n^{1+b}}\right)$$

dan

$$Var(\hat{a}_{n,b}) = \frac{a(1+b)}{n^{1+b}} + O\left(\frac{1}{n^{1+2b}}\right)$$

untuk  $n \rightarrow \infty$ , dengan

$$\theta = \frac{1}{\tau} \int_0^\tau \lambda_c(s) ds$$

menyatakan fungsi intensitas global bagi  $\lambda_c(s)$ . Hasil di atas menyatakan bahwa  $\hat{a}_{n,b}$  adalah penduga konsisten bagi  $a$ .

#### B. Lema 2 (Ketakbiasan Asimtotik $\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)$ )

Misalkan fungsi intensitas  $\lambda$  memenuhi (1) dan terintegralkan lokal. Jika asumsi (4) dipenuhi maka

$$E(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)) \rightarrow \lambda_c(s)$$

untuk  $n \rightarrow \infty$ , asalkan  $s$  adalah titik Lebesgue bagi  $\lambda_c$ . Dengan kata lain  $\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)$  adalah penduga tak bias asimtotik bagi  $\lambda_c(s)$ .

#### C. Lema 3 (Kekonvergenan Ragam $\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)$ )

Misalkan fungsi intensitas  $\lambda$  memenuhi (1) dan terintegralkan lokal. Jika asumsi (4) dipenuhi,  $\lambda_c$  terbatas di sekitar  $s$ ,  $h_n^{\frac{1}{2}} \rightarrow 0$  dan  $n^{1-b}h_n \rightarrow \infty$  untuk  $n \rightarrow \infty$ , maka

$$Var(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)) \rightarrow 0$$

untuk  $n \rightarrow \infty$ .

#### D. Teorema 1 (Kekonvergenan Mean Square Error $\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)$ )

Misalkan fungsi intensitas  $\lambda$  memenuhi (1) dan terintegralkan lokal. Jika asumsi (4) dipenuhi dan  $n^{1-b}h_n \rightarrow \infty$  untuk  $n \rightarrow \infty$ , maka

$$MSE(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)) \rightarrow 0$$

untuk  $n \rightarrow \infty$ , asalkan  $s$  adalah titik Lebesgue bagi  $\lambda_c$ .

#### IV. PEMBAHASAN

##### A. Lema 2 (Ketakbiasan Asimtotik $\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)$ )

Untuk membuktikan Lema 2 akan diperlihatkan bahwa

$$\lim_{n \rightarrow \infty} E(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)) = \lambda_c(s). \quad (7)$$

Untuk menyelesaikan persamaan (7) dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut

$$\begin{aligned} & E(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)) \\ &= \frac{1-b}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_r} \frac{1}{k^b} \frac{EN([s+k\tau-h_n, s+k\tau+h_n])}{2h_n} \\ & \quad - E(\hat{a}_{n,b}) \frac{(1-b)}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_r} \frac{(s+k\tau)^b}{k^b}. \end{aligned} \quad (8)$$

Suku pertama ruas kanan (8) adalah

$$\lambda_c(s) + \frac{a(1-b)}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_r} \frac{(s+k\tau)^b}{k^b} + o(1) \quad (9)$$

untuk  $n \rightarrow \infty$ . Suku kedua ruas kanan persamaan (8) menjadi

$$\begin{aligned} & E(\hat{a}_{n,b}) \frac{(1-b)}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_r} \frac{(s+k\tau)^b}{k^b} \\ &= \left( a + O\left(\frac{1}{n^{1+b}}\right) \right) \frac{(1-b)}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_r} \frac{(s+k\tau)^b}{k^b} \\ &= \frac{a(1-b)}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_r} \frac{(s+k\tau)^b}{k^b} + O\left(\frac{1}{n}\right) \\ &= \frac{a(1-b)}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_r} \frac{(s+k\tau)^b}{k^b} + o(1) \end{aligned} \quad (10)$$

untuk  $n \rightarrow \infty$ .

Dengan mensubstitusikan (9) dan (10) pada persamaan (8), diperoleh

$$E(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)) = \lambda_c(s) + o(1)$$

untuk  $n \rightarrow \infty$ . Dengan demikian Lema 2 terbukti.

##### B. Lema 3 (Kekonvergenan Ragam $\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)$ )

Langkah pertama untuk membuktikan Lema 3 adalah dengan memisalkan

$$X = \frac{1-b}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_r} \frac{1}{k^b} \frac{N([s+k\tau-h_n, s+k\tau+h_n])}{2h_n}$$

dan

$$Y = -\hat{a}_{n,b} \frac{(1-b)}{(n/\tau)^{1-b}} \sum_{k=1}^{n_r} \frac{(s+k\tau)^b}{k^b}.$$

Untuk memperoleh ragam bagi  $\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)$ , dapat digunakan rumus sebagai berikut

$$Var(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)) = Var(X) + Var(Y) + 2Cov(X, Y). \quad (11)$$

Dengan menggunakan deter Taylor diperoleh

$$Var(X) = \frac{a\tau(1-b)}{2n^{1-b}h_n} + o\left(\frac{1}{n^{1-b}h_n}\right) \quad (12)$$

untuk  $n \rightarrow \infty$ .

Dengan menggunakan persamaan pada Lema 1, diperoleh

$$\begin{aligned} & Var(Y) \\ &= Var(\hat{a}_{n,b}) \frac{(1-b)^2}{(n/\tau)^{2-2b}} \left( \sum_{k=1}^{n_r} \frac{(s+k\tau)^b}{k^b} \right)^2 \\ &= \left( \frac{a(1+b)}{n^{1+b}} + O\left(\frac{1}{n^{1+2b}}\right) \right) \frac{(1-b)^2}{(n/\tau)^{2-2b}} O(n^2) \\ &= O\left(\frac{1}{n^{1-b}}\right) \end{aligned} \quad (13)$$

untuk  $n \rightarrow \infty$ .

Dengan menggunakan persamaan (12), (13), dan pertaksamaan Cauchy-Schwarz, dapat diperoleh

$$\begin{aligned} & 2Cov(X, Y) \\ & \leq 2\sqrt{Var(X)}\sqrt{Var(Y)} \\ &= 2\sqrt{\frac{a\tau(1-b)}{2n^{1-b}h_n} + o\left(\frac{1}{n^{1-b}h_n}\right)} \sqrt{O\left(\frac{1}{n^{1-b}}\right)} \\ &= O\left(\frac{1}{n^{\frac{1}{2}-\frac{1}{2}b}h_n^{\frac{1}{2}}}\right) O\left(\frac{1}{n^{\frac{1}{2}-\frac{1}{2}b}}\right) \end{aligned}$$

$$= O\left(\frac{1}{n^{1-b}h_n^{\frac{1}{2}}}\right)$$

$$= O\left(\frac{1}{n^{1-b}h_n}\right)h_n^{\frac{1}{2}}.$$

Berdasarkan asumsi pada Lema 3, bahwa  $h_n^{\frac{1}{2}} \rightarrow 0$  untuk  $n \rightarrow \infty$ , maka persamaan di atas menjadi

$$= O\left(\frac{1}{n^{1-b}h_n}\right)o(1)$$

$$= o\left(\frac{1}{n^{1-b}h_n}\right)$$

(14)

untuk  $n \rightarrow \infty$ .

Dengan mensubstitusikan (12), (13), dan (14) ke persamaan (11), diperoleh

$$Var(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s))$$

$$= \frac{a\tau(1-b)}{2n^{1-b}h_n} + o\left(\frac{1}{n^{1-b}h_n}\right) + O\left(\frac{1}{n^{1-b}}\right)$$

$$= \frac{a\tau(1-b)}{2n^{1-b}h_n} + o\left(\frac{1}{n^{1-b}h_n}\right)$$

(15)

untuk  $n \rightarrow \infty$ .

Berdasarkan asumsi pada Lema 3, bahwa  $n^{1-b}h_n \rightarrow \infty$  untuk  $n \rightarrow \infty$ , maka kuantitas di atas akan sama dengan  $o(1)$  untuk  $n \rightarrow \infty$ . Sehingga diperoleh

$$Var(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)) \rightarrow 0$$

untuk  $n \rightarrow \infty$ . Dengan demikian Lema 3 terbukti.

### C. Teorema 1 (Kekonvergenan Mean Square Error $\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)$ )

Dari Lema 2 telah diperoleh bahwa  $E(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)) \rightarrow \lambda_c(s)$ , yang berarti untuk  $n \rightarrow \infty$  maka  $E(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)) - \lambda_c(s) \rightarrow 0$ . Dari Lema 3 diperoleh  $Var(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)) \rightarrow 0$  untuk  $n \rightarrow \infty$ , akibatnya dengan menggunakan definisi *MSE* akan diperoleh

$$MSE(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s))$$

$$= Var(\hat{\lambda}_{c,n,b}(s)) + (Bias \hat{\lambda}_{c,n,b}(s))^2 \rightarrow 0$$

untuk  $n \rightarrow \infty$ . Dengan demikian Teorema 1 terbukti.

### V. KESIMPULAN

Telah dibentuk suatu penduga komponen periodik fungsi intensitas proses Poisson periodik dengan tren fungsi pangkat. Pembuktian secara matematis menyatakan bahwa penduga yang diperoleh adalah penduga yang tak bias asimtotik dan ragam penduga konvergen menuju nol untuk interval pengamatan yang besar. Sehingga dengan kata lain, penduga yang diperoleh memiliki *mean square error* yang konvergen menuju nol untuk nilai  $n$  yang besar.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Roelof, M. I Wayan, and R. Zitikis, "Consistent Estimation of the Intensity Function of a Cyclic Poisson Process," *Journal of Multivariate Analysis*, vol. 84, 2003, pp. 19-39, doi: 10.1016/S0047-259X(02)00008-8.
- [2] H. Roelof, M. I Wayan, and R. Zitikis, "A Non-parametric Estimator for the Doubly Periodic Poisson Intensity Function," *Statistical Methodology*, vol. 4, 2007, pp. 481-492, doi: 10.1016/j.stamet.2007.02.002.
- [3] H. Roelof, and M. I Wayan, "Statistical Estimation of Poisson Intensity Function," *Proc. SEAM-GMU International Conference on Mathematics and Its Applications*, Yogyakarta, July, 2000, pp. 9-21.
- [4] H. Roelof, and M. I Wayan, "Estimating the Intensity of a Cyclic Poisson Process in the Presence of Linear Trend," *Ann. Inst. Stat. Math*, vol. 61, 2009, pp. 599-628, doi: 10.1007/s10463-007-0160-2.
- [5] H. Roelof, and R. Zitikis, "On Estimation of Poisson Intensity Function," *Ann. Inst. Stat. Math*, vol. 51(2), 1999, pp. 265-280.
- [6] H. Roelof, "On Estimating the Intensity of Oil Pollution in the North Sea," *CWI Note BS-N9501*, in press.
- [7] M. I Wayan, "Nearest Neighbor Estimation of the Intensity Function of a Cyclic Poisson Process," *CWI Report PNA-R9914*, in press.

# Perangkat Lunak Ajar Persamaan Non Linier Dengan Metode Newton Raphson

Vivi Sahfitri  
Fakultas Ilmu Komputer  
Jl. Ahmad Yani No.12, Plaju Palembang  
Universitas Bina Darma  
Email: vsahvitri@yahoo.com

**Abtrak:** Studi ini bertujuan membangun sebuah perangkat lunak yang dapat membantu memecahkan persamaan matematika, terutama persamaan non-linear dalam metode Newton Raphson. Selain implementasi perangkat lunak yang telah dibangun, peneliti juga ingin melihat efek yang diberikan untuk memahami siswa bahan ajar yang akan diukur oleh nilai pembelajaran hasil tes yang dilakukan pada dua kelompok mahasiswa yang berbeda dalam penyampaian materi pengajaran. Dalam sebuah penelitian kuantitatif dapat dilihat bahwa kelas pertama yang mengkombinasikan penggunaan perangkat lunak seperti alat pembelajaran dengan penjelasan dari dosen memiliki nilai rata-rata semester pertengahan, yang lebih tinggi pada kelompok kedua dibandingkan hanya menggunakan metode konvensional melalui penjelasan dari dosen yang bersangkutan tanpa menggunakan perangkat lunak yang dapat membantu menyelesaikan persamaan non-linier.

Kata Kunci : *software*, Persamaan Non-Linier, Metode Newton Raphson.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi di era globalisasi mengakibatkan perubahan yang sangat berarti di berbagai aspek kehidupan manusia. Tersedianya komputer secara luas saat ini, benar-benar telah memberikan banyak manfaat dalam pemakaiannya. Salah satu contoh dalam membantu melakukan komputasi atau perhitungan di bidang matematika. Dalam suatu perhitungan, kecepatan, ketelitian dan ketepatan adalah suatu hal yang sangat penting dalam menyelesaikan masalah. Perhitungan yang cepat dan teliti akan menyebabkan sesuatu menjadi lebih diminati terutama dalam peramalan (*forecasting*), ekonomi, matematika, sains, teknologi dan sebagainya.

Salah satu proses komputasi yang cukup sulit untuk dilakukan adalah persamaan-persamaan dalam persamaan *nonlinier*. Persamaan *non linier* adalah salah satu bahasan yang dekat dengan metode Numerik. Metode Numerik sendiri adalah bagian ilmu matematika yang paling banyak didesain untuk diterapkan pada komputer. Dengan menggunakan bantuan komputer, seorang pemakai dapat mendekati kalkulasi dalam metode numerik tanpa pertolongan penyederhanaan atau teknik yang kurang efisien.

Peningkatan gejolak komputasi yang terjadi, tersedianya komputer yang meluas serta kaitannya dengan

metode numerik telah menjadi pengaruh yang berarti dalam proses penyelesaian persamaan *nonlinier*. Hal ini terjadi mengingat metode numerik sendiri adalah menggabungkan dua perangkat yang paling penting, yaitu matematika dan komputer. Sehingga metode numerik sendiri lebih dikenal dengan nama matematika komputer. Salah satu metode yang sering digunakan dalam menyelesaikan persamaan *non linier* yaitu dengan metode newton – Raphson<sup>[1]</sup>. Formula Newton Raphson dapat dituliskan sebagai berikut :

$$f'(X_i) = \frac{f(X_i) - 0}{X_i - X_{i+1}}$$

Penggunaan teknik numeric pada dasarnya menghasilkan taksiran yang mendekati penyelesaian analitis secara eksak atau pasti, akan tetapi masih juga akan timbul ketidakcocokan atau galat yang disebabkan oleh kenyataan bahwa dalam teknik numeric penyelesaian suatu persamaan linier melibatkan suatu hampiran atau galat (aproksimasi)<sup>[1]</sup>.

Metode yang lebih baik dalam memilih  $g'(x)$  adalah dengan membuat garis singgung dari  $f'(x)$  untuk nilai  $x$  yang dipilih dan dengan menggunakan besaran  $x$  dari perpotongan garis singgung terhadap absis sehingga diperoleh nilai  $x$  baru<sup>[2]</sup>. Penggunaan teknik numeric pada dasarnya menghasilkan taksiran yang mendekati penyelesaian analitis secara eksak atau pasti, akan tetapi masih juga akan timbul ketidakcocokan atau galat yang disebabkan oleh kenyataan bahwa dalam teknik numeric penyelesaian suatu persamaan linier melibatkan suatu hampiran (aproksimasi). Penyelesaian secara analitis akan dapat menghitung galat atau ketidakcocokan tersebut secara tepat. Namun sering terjadi pada soal-soal teknik terapan penyelesaian analitis tidak tercapai dengan baik, sehingga kesalahan atau galat dalam penyelesaian numeric tersebut tidak dapat dihitung dengan tepat. Untuk mengatasi hal tersebut maka harus di gunakan hampiran atau taksiran dari galat<sup>[1]</sup>.

Analisis Galat (kesalahan) dalam suatu hasil akhir suatu perhitungan merupakan dasar semua perhitungan yang baik, baik dikerjakan dengan tangan atau manual ataupun dengan komputer. Walaupun selalu berusaha untuk memperoleh jawaban yang eksak, jawaban demikian jarang

diperoleh secara pasti. Dalam tiap langkah penyelesaian persoalan dan formulasi hingga komputasi perhitungannya, galat (kesalahan) dan ketidakpastian dapat terjadi.

Proses pemecahan persoalan, pada umumnya berlangsung tiga tahap<sup>[3]</sup> yaitu :

1. Perumusan secara tepat dari model matematika dan model perhitungan (komputasi) yang berkaitan.
2. Penyusunan (konstruksi) metode untuk memecahkan persoalan dalam melakukan perhitungan.
3. Penerapan metode untuk menghitung jawaban yang di cari.

Galat dalam penyelesaian dengan teknik Numerik timbul dari penggunaan aproksimasi (Hampiran) untuk menyatakan operasi dan besaran matematis yang eksak (pasti). Galat pembulatan terjadi jika bilangan aproksimasi atau bilangan hampiran di gunakan untuk menyatakan bilangan eksak. Galat pembulatan (*Round Off Error*) disebabkan oleh kenyataan bahwa computer hanya dapat menyatakan besaran dengan sejumlah berhingga angka. Sebagai contoh, jika computer yang digunakan tiap bilangannya hanya dinyatakan dengan 5 angka yang eksak, maka jika dilakukan operasi penjumlahan dengan nilai akhir diatas 5 angka maka computer tidak dapat menyimpannya. Komputer harus membulatkan 6 angka tersebut menjadi 5 angka dengan melakukan pembulatan. Hal inilah yang disebut sebagai galat pembulatan atau *round off error*.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Pengembangan Perangkat Lunak (Software)

Pembuatan perangkat lunak (*software*) yang di gunakan akan melalui tahapan – tahapan<sup>[4]</sup> sebagai berikut:

1. Mendefinisikan kebutuhan, yaitu mendefinisikan batasan masalah tujuan dan manfaat serta pokok-pokok permasalahan yang ada.
2. Studi Kelayakan, yaitu tahapan mempelajari suatu proses dalam suatu system, menganalisa masalah yang telah ditentukan sesuai dengan tujuan akhir yang ingin di capai.
3. Rancangan atau desain program dan menyusun *Data Flow Diagram* atau diagram arus data yang akan di gunakan pada perangkat lunak (*software*) ini.
4. Rancangan secara rinci yaitu membuat struktur data, dialog program yang meliputi rancangan input dan rancangan output.
5. Rancangan Sistem, yaitu meliputi pemilihan bahasa pemrograman, penerapan algoritma dalam bahasa pemrograman serta uji coba program.

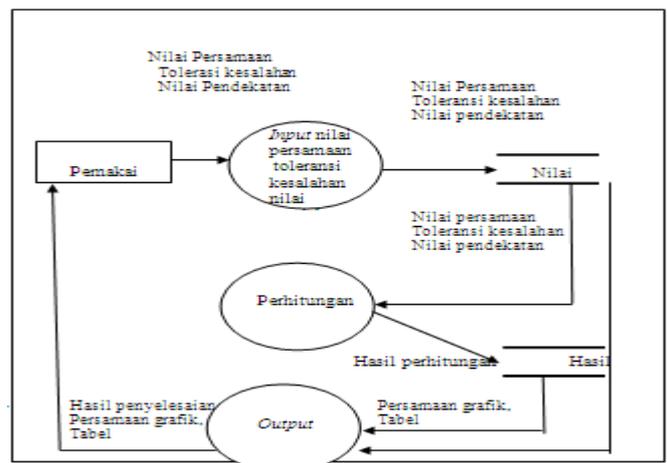
Dalam perancangan dan pembangunan perangkat lunak ajar ini masalah dibatasi dalam beberapa hal berikut ini :

1. Hasil yang di dapat dari proses pengerjaan rumus dalam penelitian ini di batasi hanya sampai 7 angka signifikan
2. Hasil dari suatu fungsi  $f(x)$  dari proses pengerjaan rumus tersebut di batasi hanya pada turunan pertama yaitu  $f'(x)$ .

3. Hasil dari suatu perhitungan hanya akan memberikan hasil yang konvergen.

### B. Desain Program

Rancangan atau desain program di lakukan agar hasil yang diharapkan sesuai dengan kebutuhan. Desain perangkat lunak atau *software* ini di buat dalam bentuk diagram arus data untuk melihat aliran data yang terjadi dalam perangkat lunak tersebut di mulai dari input data sampai dengan output data<sup>[6]</sup>.



Gambar 1. DAD Perangkat Lunak penyelesaian persamaan *Non linier*

### C. Desain Algoritma

Algoritma adalah urutan langkah – langkah logis penyelesaian masalah yang disusun secara sistematis. Agar dapat di laksanakan oleh komputer, algoritma harus di notasikan kedalam bahasa pemrograman sehingga dapat dimengerti oleh komputer<sup>[5]</sup>.

Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah Algoritma Newton Raphson yaitu :

Masukkan :  
 Fungsi, dinyatakan sebagai  $f(x)$   
 Turunan fungsi dinyatakan sebagai  $dfx(x)$   
 Harga Tebakan  $Xc$   
 Toleransi Kesalahan (eps)

Keluaran :  
 Akar Pendekatan,  $Xc$

Algoritma :  
 1. Hitung  $f(x)$  dan  $dfx(x)$   
 2. Jika  $|f(x)/dfx(x)| \geq \text{eps}$  kerjakan  
 a.  $Xc = Xc - (f(x) / dfx(x))$   
 b. Kembalikan kelangkah 1  
 3. Akar pendekatan =  $Xc$   
 4. Selesai

### D. Implementasi (Penerapan)

Setelah Perangkat lunak persamaan non linier selesai di bangun, akan di lakukan penerapan atau implementasi kepada mahasiswa. Implementasi di lakukan dengan menggunakan perangkat lunak ini sebagai alat bantu pembelajaran dalam penyampaian materi ajar persamaan non linier.

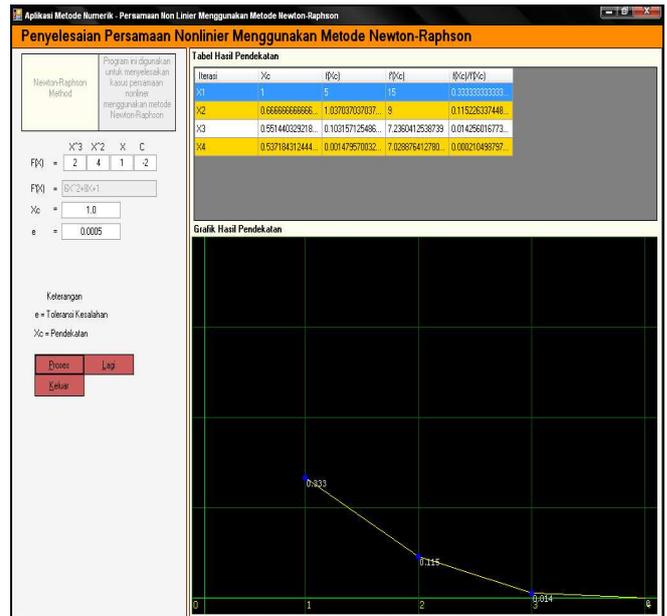
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan satu perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai perangkat lunak bantu dalam memahami materi persamaan non linier dalam perhitungan matematika. Setelah di lakukan implementasi hasil penelitian berupa software bantu penyelesaian persamaan non linier ini, maka akan di lakukan pengujian lepada mahasiswa dengan melakukan tes hasil belajar yang akan di lakukan pada dua kelompok mahasiswa yang menggunakan cara yang berbeda dalam menerima materi ajar persamaan non linier ini. Satu kelompok mahasiswa akan menerima materi belajar dengan penggabungan antara perangkat lunak bantu yang sudah di hasilkan yang di jelaskan pula dengan penjelasan materi ajar dari dosen yang bersangkutan. Satu kelompok mahasiswa akan menerima materi ajar langsung dari dosen yang bersangkutan tanpa memanfaatkan perangkat lunak bantu yang sudah di hasilkan.

#### A. Perangkat Lunak Penyelesaian persamaan non linier dengan metode Newton Raphson

Perangkat Lunak ini akan terdiri tiga buah menu utama yaitu menu proses, menu lagi dan menu keluar. Pada Menu proses akan menampilkan sub menu nilai dan grafik serta proses perhitungan dari persamaan yang diberikan. Menu lagi digunakan untuk menambahkan jumlah data baru ke dalam sebuah persamaan yang baru pula. Sedangkan menu keluar akan di gunakan untuk kembali ke menu sebelumnya.

Sebagai contoh penggunaan perangkat lunak tersebut adalah seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini. Dari gambar tersebut data di input atau di masukkan dengan persamaan  $f(x) = 2X^3 + 3X^2 + 4X$ , dengan tebakan yang digunakan adalah akar  $x = 7$  serta toleransi kesalahan  $e = 6$ . Setelah di lakukan pengisian data pada menu input, maka ketika menu proses di pilih akan menampilkan hasil proses perhitungan dari persamaan tersebut. Selain itu akan muncul tabel hasil pendekatan serta grafik yang merupakan sebuah penyelesaian untuk memperoleh sebuah taksiran atas akar persamaan tersebut.



Gambar 2. Uji coba hasil pendekatan

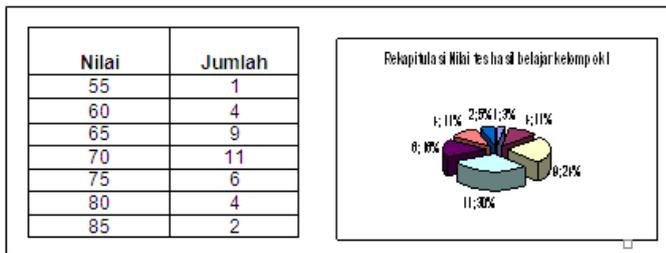
#### B. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi atau penerapan dari perangkat lunak yang dibuat ini, adalah dengan menggunakannya dalam penyampaian materi ajar pada proses pembelajaran yang membahas tentang persamaan non linier. Implementasi *software* bantu untuk penyelesaian persamaan linier ini digunakan oleh dosen pengasuh mata kuliah untuk menyampaikan materi ajarnya. Artinya ada kombinasi pemanfaatan perangkat lunak bantu penyelesaian persamaan non linier ini yang di ikuti dengan penjelasan dosen yang bersangkutan. Secara umum hasil pengamatan mahasiswa cukup antusias dan tertarik dengan cara pembelajaran ini. Hal ini di mungkin karena materi ajar yang berhubungan dengan perhitungan matematikam secara mayoritas banyak tidak disenangi oleh mahasiswa karena tingkat kesulitannya yang cukup tinggi.

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan implementasi perangkat lunak penyelesaian persamaan non linier ini lepada mahasiswa, maka dalam penelitian ini akan di uji secara empiris nilai tes hasil belajar dua kelompok mahasiswa yang menggunakan metode berbeda dalam penyampaian materi ajar persamaan non linier. Kelompok pertama akan di sampaikan materi ajar tersebut melalui penjelasan langsung dosen tanpa berbantuan perangkat lunak yang sudah di buat. Kelompok kedua akan di berikan penjelasan materi ajar tersebut dengan mengkombinasikan antara pemanfaatan perangkat lunak tersebut dengan melalui tampilan visual di layar yang disertai dengan penjelasan dari dosen yang bersangkutan.

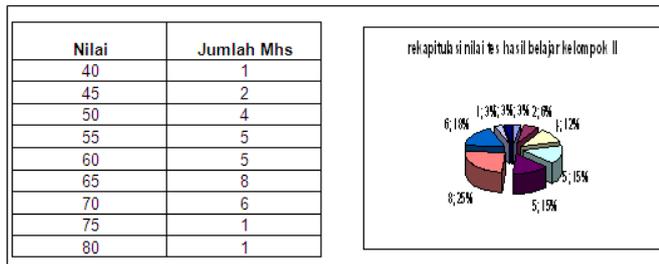
Dari hasil kegiatan tersebut di lakukan tes hasil belajar terhadap materi yang disampaikan dalam pertemuan yang sudah dilakukan. Sebagai sampel adalah dua kelompok mahasiswa Teknik Informatika yang ada pada dua kelas yang berbeda. Kelas yang pertama adalah kelas yang mengkombinasikan penyampaian materi ajar antara tampilan

visual dari perangkat lunak yang sudah dibuat yang disertai dengan penjelasan lisan dari dosen bersangkutan. Hasil tes tersebut dapat di lihat pada tabel dan grafik di bawah ini :



Gambar 3. Tabel dan Grafik Rekapitulasi nilai tes hasil belajar kelompok I

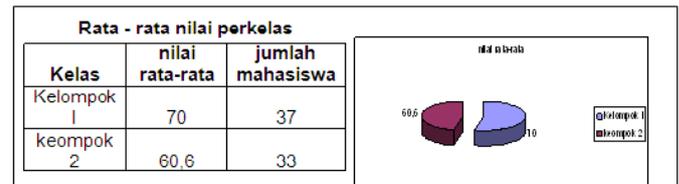
Dari tabel dan grafik di atas dapat dideskripsikan bahwa pada kelas atau kelompok I yaitu kelompok yang mengkombinasikan penggunaan perangkat lunak bantu penyelesaian persamaan non linier yang telah dibangun yang di gabungkan dengan penjelasan dari dosen yang bersangkutan diperoleh nilai hasil ujian yang di lakukan pada saat mid semester yaitu mahasiswa yang mendapatkan nilai 55 berjumlah 1 orang atau 3 %, yang memperoleh nilai 60 ada 4 mahasiswa atau 11 %, nilai 65 diperoleh 9 mahasiswa atau 24 %, skore nilai 70 diperoleh 11 mahasiswa atau 30 %, nilai 75 diperoleh 6 mahasiswa atau 16 %, skor 80 diperoleh 4 mahasiswa atau 11 % dan nilai tertinggi adalah 85 diperoleh 2 mahasiswa atau 5 %.



Gambar 4. Tabel dan Grafik Rekapitulasi nilai hasil belajar kelompok II

Berdasarkan tabel dan grafik diatas yang mewakili nilai tes hasil belajar kelompok II yaitu kelompok yang hanya menerima penjelasan dari dosen yang bersangkutan dapat di deskripsikan bahwa mahasiswa yang memperoleh nilai 40 adalah 1 orang atau 3 %, nilai 45 adalah 2 orang atau 6 %, nilai 50 diperoleh 4 mahasiswa atau 12 %, nilai 55 diperoleh 5 orang atau 15 %, begitu juga nilai 60 diperoleh 5 orang atau 15 %, skor 65 diperoleh 8 orang atau 25 %, nilai 70 adalah 6 mahasiswa atau 18 % dan sisanya nilai 75 dan 80 masing masing diperoleh 1 mahasiswa atau masing-masing 3 %.

Untuk melihat rata – rata nilai yang diperoleh setiap kelompok mahasiswa dalam tes hasil belajar, dapat disajikan dalam tabel dan grafik berikut ini :



Gambar 5 . Grafik Nialai rata-rata per kelompok siswa (per kelas)

Dari tabel dan grafik di atas, maka dapat di jelaskan bahwa nilai rata – rata pada kelas kelompok pertama memiliki nilai 70 dan nilai rata rata pada kelompok kelas kedua adalah 60,6. Perbedaan nilai rata-rata tersebut pada dasarnya tidak terlalu jauh, namun hal ini dapat membuktikan bahwa penggunaan alat bantu untuk menjelaskan penyelesaian persamaan non linier ini dapat membantu mahasiswa lebih memahami materi tersebut yang salah satu faktornya adalah ketertarikan mereka terhadap alat bantu pembelajaran tersebut sehingga mereka lebih tertarik dalam mengikuti proses pembelajaran yang diberikan oleh dosen.

#### IV. SIMPULAN

Dalam perhitungan matematika kecepatan, ketelitian dan ketepatan merupakan hal yang sangat penting dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Metode Newton Raphson adalah salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan non linier untuk mencari akar dari suatu persamaan. Untuk mendapatkan nilai akarnya, digunakan metode pendekatan yang meliputi dua tahap yaitu penentuan akar pendekatan serta penjabaran akar pendekatan untuk mendapatkan ketelitian yang diinginkan. Untuk mendapatkan hasil yang mendekati nilai kebenaran digunakan teknik iterasi. Dengan teknik iterasi ini, akan di dapatkan pendekatan yang merupakan sebuah penyelesaian untuk memperoleh taksiran akar persamaan tersebut.

Dalam implementasi yang diujicobakan sebagai perangkat lunak bantu pembelajaran untuk menyampaikan materi penyelesaian persamaan non linier, dua kelompok mahasiswa diujicobakan dengan metode yang berbeda, yaitu kelompok pertamadengan bantuan perangkat lunak yang disertai dengan penjelasan dosen dan kelompok kedua hanya dengan penjelsan dosen maka dapat disimpulkan dari nilai rata rata yang diperoleh pada setiap kelas, nilai rata-rata kelas pertama lebih tinggi di bandingkan dengan nilai rata- rata kelas kedua. Hal ini di mungkinkan karena faktor ketertarikan mahasiswa atas perangkat lunak bantu yang digunakan sebagai tampilan visual yang menyertai penjelalasan dosen bersangkutan.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] Chapra, Steven C, and Canale, Raymond P. 1991 *Metode Numerik untuk Teknik*, Jakarta : Universitas Indonesia

- 
- [2] Nasution, Amrinsyah dan Zakaria Hasbullah., 2001. *Metode Numerik dalam ilmu Rekayas sipil*. Bandung : Institit Teknologi Bandung (ITB).
- [3] Djodiharjo, Haryono. 2000. *Metode Numerik*. Jakarta : Penerbit PT. Gramedia Pustaka umum
- [4] Jogiyanto, 1999. *Analisis dan Desain Sistem Informasi : Pendekatan Terstruktur Teori dan Aplikasi bisnis*. Yogyakarta: Andi offset
- [5] Munir R, 2000., *Algoritma dan Pemrograman*, Bandung Informatika.
- [6] Tavri, Mahyuzir D., 1989. *Analisis dan Perancangan Sistem Pengolahan Data*. Jakarta. Penerbit : PT. Elex Media Komputindo

## **Statistika**

– Halaman ini dikosongkan –

# Prediksi dan Interpolasi Kemiskinan Melalui Ordinary Kriging

(Studi Kasus : Provinsi Jawa Timur)

Rokhana Dwi Bekti  
Jurusan Statistika  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta, Indonesia  
rokhana\_db@binus.ac.id

**Abstrak**—Prediksi dan interpolasi dalam geostatistik merupakan analisis statistik spasial untuk menduga data pada suatu lokasi yang tidak dapat disampling (*missing data*) berdasarkan data yang sudah ada dan tetap membutuhkan suatu model. Geostatistik juga sangat berhubungan dengan autokorelasi data. Dalam hal data kemiskinan, prediksi dan interpolasi bermanfaat untuk memberikan informasi pola hubungan kemiskinan antar lokasi dan memprediksi angka kemiskinan pada lokasi-lokasi tertentu. Oleh karena itu, penelitian ini melakukan analisis autokorelasi spasial melalui moran's I serta prediksi dan interpolasi melalui *semivariogram* dan *ordinary kriging* pada data kemiskinan. Selanjutnya membandingkan model prediksi dan interpolasi yang berbeda (*Gaussian*, *Exponential*, *Spherical*). Studi kasus dilakukan di Propinsi Jawa Timur. Hasil analisis menunjukkan bahwa melalui uji moran's I terdapat autokorelasi spasial pada persentase jumlah penduduk miskin. Model *Gaussian* adalah model yang memberikan prediksi yang lebih baik dibandingkan model lainnya.

**Kata Kunci** : Kemiskinan, autokorelasi spasial, *semivariogram*, *ordinary kriging*

## I. PENDAHULUAN

Geostatistik merupakan kumpulan teknik numerik yang berhubungan dengan karakterisasi atribut spasial [1]. Geostatistik juga sangat berhubungan dengan autokorelasi data. Sementara itu, analisis data spasial tersebut merupakan analisis yang berhubungan dengan pengaruh lokasi. Hal ini didasarkan pada hukum pertama tentang geografi dikemukakan oleh Tobler dalam [2] menyatakan bahwa segala sesuatu saling berhubungan satu dengan yang lainnya, tetapi sesuatu yang dekat lebih mempunyai pengaruh daripada sesuatu yang jauh. Pada data spasial, seringkali pengamatan di suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang berdekatan (*neighboring*). Statistik spasial dan geostatistik sendiri telah dikembangkan untuk menggambarkan dan menganalisis variasi dalam kedua fenomena alam dan buatan manusia pada, baik di atas atau di bawah permukaan tanah [3].

Proses pendugaan data pada suatu lokasi yang tidak dapat disampling (*missing data*) membutuhkan suatu model. Namun pada beberapa penelitian memiliki permasalahan diantaranya tidak ada model, hanya ada satu sampel data atau tidak ada teknik inferensia yang dapat digunakan untuk memprediksi

data yang tidak dapat disampling. Geostatistik sangat berperan dalam hal tersebut, yaitu menggunakan metode estimasi dengan tetap didasarkan pada model. Salah satu teknik geostatistik untuk prediksi dan interpolasi adalah *semivariogram* dan *ordinary kriging*. Beberapa model *semivariogram* dan *ordinary kriging* tersebut adalah *Gaussian*, *Exponential* dan *Spherical*. Model-model tersebut juga memberikan prediksi yang berbeda-beda.

Di kasus kemiskinan, karakteristik sosial, ekonomi, sumberdaya alam, penduduk, dan pendidikan yang berbeda di setiap lokasi yang berbeda menimbulkan permasalahan kemiskinan yang berbeda pula. Lokasi yang memiliki karakteristik yang sama akan memiliki permasalahan kemiskinan yang hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa kasus kemiskinan juga perlu dikaji secara spasial.

Berdasarkan kajian teori dan permasalahan yang ada, maka dalam penelitian ini dilakukan analisis autokorelasi spasial, prediksi dan interpolasi kemiskinan. Hal ini bertujuan untuk memberikan informasi pola hubungan karakteristik kemiskinan antar lokasi di Jawa Timur. Selanjutnya, didapatkan informasi prediksi kemiskinan pada lokasi-lokasi tertentu, sehingga dapat direkomendasikan untuk menentukan suatu kebijakan yang terpadu antar wilayah.

## II. AUTOKORELASI SPASIAL DATA KEMISKINAN

Kemiskinan sebagai salah satu permasalahan utama di negara Indonesia perlu terus dikaji untuk upaya penyelesaian. Dari tahun ke tahun, jumlah penduduk miskin mengalami penurunan, seperti yang ditunjukkan oleh data BPS, dimana jumlah penduduk miskin di Indonesia 2011 adalah 30.018.930 jiwa (12,47%). Angka ini menurun dibandingkan tahun sebelumnya, yaitu 31.023.400 jiwa (13,33%). Namun berbagai upaya perlu terus dilakukan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

BPS Propinsi Jawa Timur [4] menyebutkan bahwa penduduk miskin Jawa Timur pada bulan September 2011 sebanyak 5,227 juta (13,85 persen) atau turun 2,41 persen dibandingkan dengan jumlah penduduk miskin pada bulan Maret 2011 yang sebesar 5,356 juta (14,23 persen). Di beberapa lokasi di Jawa Timur, seperti pada beberapa kabupaten di kepulauan Madura memiliki jumlah penduduk miskin relatif

sama dan lebih tinggi dibandingkan dengan kabupaten/kota lainnya. Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa penyebaran angka kemiskinan di beberapa lokasi menunjukkan pembentukan pola-pola tertentu. Adanya pola-pola ini juga menunjukkan adanya hubungan antar lokasi.

Autokorelasi spasial merupakan salah satu analisis spasial untuk mengetahui pola hubungan atau korelasi antar lokasi (amatan). Beberapa pengujian dalam spasial autokorelasi spasial adalah Moran's I, Rasio Geary's, dan Local Indicator of Spatial Autocorrelation (LISA). Metode ini sangat penting untuk mendapatkan informasi mengenai pola penyebaran karakteristik suatu wilayah dan keterkaitan antar lokasi didalamnya. Selain itu, metode ini juga digunakan untuk identifikasi pemodelan spasial. Beberapa penelitian yang telah menggunakan metode autokorelasi spasial adalah [5] di bidang pemodelan ekologi, [6] serta [7] dalam analisis autokorelasi data kemiskinan.

Koefisien Moran's I merupakan pengembangan dari korelasi pearson pada data univariate series. Koefisien Moran's I digunakan untuk uji dependensi spasial atau autokorelasi antar amatan atau lokasi. Perhitungan Morans'I [8]:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

Keterangan :

- $x_i$  = data variabel lokasi ke-i ( $i = 1, 2, \dots, n$ )
- $x_j$  = data variabel lokasi ke-j ( $j = 1, 2, \dots, n$ )
- $\bar{x}$  = rata-rata data
- $w$  = matrix pembobot

$$E(I) = I_o = -\frac{1}{n-1} \quad (2)$$

Nilai dari indeks I adalah antara -1 dan 1. Apabila  $I > I_o$  maka data memiliki autokorelasi positif, jika  $I < I_o$  maka data memiliki autokorelasi negatif.

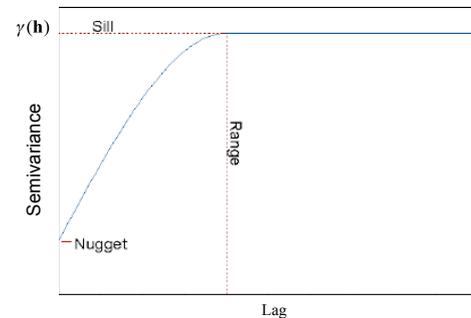
### III. SEMIVARIOGRAM DAN CO-KRIGING

#### A. Semivariogram

*Semivariogram* merupakan plot antara semivariance dan lag yang menunjukkan karakteristik korelasi spatial (Bohling, 2005). Bentuk umum *semivariogram* disajikan pada Gambar 1, dengan komponen-komponen:

- Sill** : nilai semivariance ketika level semivarians mencapai konstant. Juga digunakan untuk menunjukkan "amplitude" dari komponen tertentu dari *semivariogram*.
- Range** : jarak lag dimana *semivariogram* (atau komponen *semivariogram*) mencapai nilai sill.
- Nugget** : Menurut teori, nilai *semivariogram* pada titik asal (lag 0) seharusnya nol. Jika nilai tersebut secara signifikan berbeda dengan nol pada lag yang

mendekati nol, maka nilai *semivariogram* tersebut dinamakan nugget. Nugget menunjukkan variabilitas sampel pada jarak yang lebih kecil dari sampel tertentu, termasuk juga kesalahan pengukuran.



Gambar 1. *Semivariogram*

Nilai *semivariogram* diperoleh dari persamaan berikut [5]:

$$\gamma(\mathbf{h}) = \frac{1}{2N(\mathbf{h})} \sum_{\alpha=1}^{N(\mathbf{h})} [z(\mathbf{u}_\alpha + \mathbf{h}) - z(\mathbf{u}_\alpha)]^2 \quad (3)$$

Dimana :

- $\mathbf{u}$  : vektor dari koordinat spasial (terdiri dari komponen x dan y atau *easting* dan *northing*)
- $z(\mathbf{u})$  : variabel
- $\mathbf{h}$  : vektor lag antara dua amatan (lokasi)
- $z(\mathbf{u}+\mathbf{h})$  : nilai variabel setelah dilag kan.
- $N(\mathbf{h})$  : jumlah pasangan amatan pada lag h

Pola *semivariogram* diperlukan pada analisis kriging. Pola *semivariogram* tersebut selain diperoleh dari pendekatan bentuk empiris juga perlu dari pendekatan numerik, yaitu model-model *semivariograms*. Berikut adalah beberapa model *semivariogram*, dengan a range, c sill, dan h lag distance [9]:

*Spherical* :

$$g(\mathbf{h}) = \begin{cases} c \left( 1.5 \left( \frac{h}{a} \right) - 0.5 \left( \frac{h}{a} \right)^3 \right) & \text{jika } h \leq a \\ c & \text{lainnya} \end{cases} \quad (4)$$

*Exponensial* :

$$g(\mathbf{h}) = c \left( 1 - \exp\left( \frac{-3h}{a} \right) \right) \quad (5)$$

*Gaussian* :

$$g(\mathbf{h}) = c \left( 1 - \exp\left( \frac{-3h^2}{a^2} \right) \right) \quad (6)$$

#### B. Kriging

*Kriging* merupakan salah satu metode prediksi dan interpolasi dalam geostatistika. Terdiri dari dua jenis yaitu *ordinary kriging* ketika hanya satu variabel dan *cokriging* ketika terdapat lebih dari satu variabel yang diamati. Definisi

interpolation dalam hal ini adalah metode untuk menghasilkan sebuah prediction surface yang bersifat kontinyu dari sekelompok sampel data. *Interpolation analysis* diperlukan karena data tidak mungkin diambil dari semua lokasi yang ada. Teknik interpolasi mengambil data di sebagian lokasi dan menghasilkan nilai prediksi untuk lokasi lainnya.

Suatu sampel data pada lokasi 1,2,...,n adalah  $V(x_1), V(x_2), \dots, V(x_n)$ , maka untuk menduga  $V(x_0)$  adalah [9]:

$$\hat{V}(x_0) = \sum_{i=1}^n w_i V(x_i) \quad (7)$$

Dimana  $w_i$  diduga melalui matrik berikut :

$$\mathbf{w} = \mathbf{C}^{-1} \mathbf{D} \quad (8)$$

$$\mathbf{w} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \\ \mu \end{bmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{bmatrix} \bar{C}_{11} & \bar{C}_{12} & \dots & \bar{C}_{1n} & 1 \\ \bar{C}_{21} & \bar{C}_{22} & \dots & \bar{C}_{2n} & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \bar{C}_{n1} & \bar{C}_{n2} & \dots & \bar{C}_{nn} & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{D} = \begin{bmatrix} \bar{C}_{10} \\ \bar{C}_{20} \\ \dots \\ \bar{C}_{n0} \\ 1 \end{bmatrix}$$

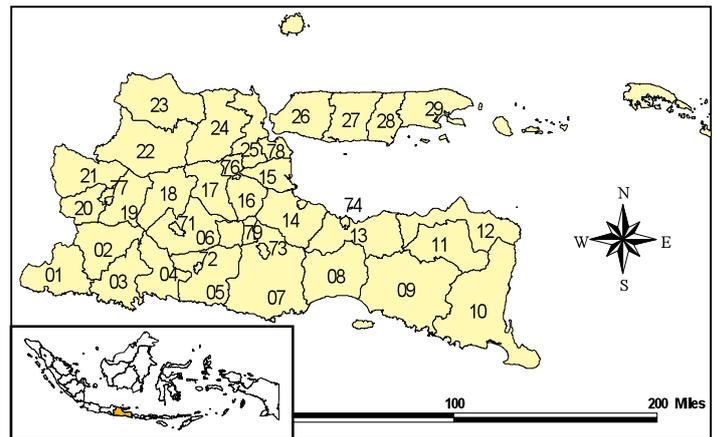
$\bar{C}_{mn}$  merupakan nilai kovarian antar amatan dan  $\bar{C}_{n0}$  merupakan nilai kovarian antar amatan.

#### IV. METODOLOGI

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah penduduk miskin Jawa Timur 2007 yang diperoleh dari data Badan Pusat Statistika (BPS). Peta lokasi dan kode kabupaten/kota disajikan pada Gambar 2 dan Tabel 1.

TABEL I. KODE KABUPATEN/KOTA DI JAWA TIMUR

No	Kab/Kota	No	Kab/Kota
01	Kab. Pacitan	21	Kab. Ngawi
02	Kab. Ponorogo	22	Kab. Bojonegoro
03	Kab. Trenggalek	23	Kab. Tuban
04	Kab. Tulungagung	24	Kab. Lamongan
05	Kab. Blitar	25	Kab. Gresik
06	Kab. Kediri	26	Kab. Bangkalan
07	Kab. Malang	27	Kab. Sampang
08	Kab. Lumajang	28	Kab. Pamekasan
09	Kab. Jember	29	Kab. Sumenep
10	Kab. Banyuwangi	71	Kota Kediri
11	Kab. Bondowoso	72	Kota Blitar
12	Kab. Situbondo	73	Kota Malang
13	Kab. Probolinggo	74	Kota Probolinggo
14	Kab. Pasuruan	75	Kota Pasuruan
15	Kab. Sidoarjo	76	Kota Mojokerto
16	Kab. Mojokerto	77	Kota Madiun
17	Kab. Jombang	78	Kota Surabaya
18	Kab. Nganjuk	79	Kota Batu
19	Kab. Madiun	79	Kota Batu
20	Kab. Magetan		



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Metode Analisis :

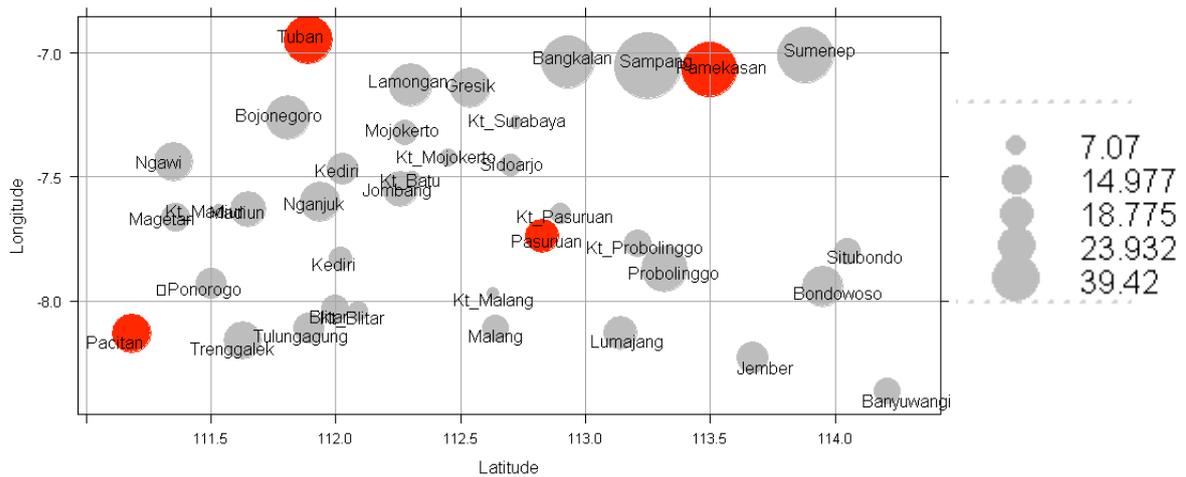
1. Menganalisis autokorelasi spasial melalui Moran's I
2. Membagi data menjadi dua bagian, yaitu 90% (34 lokasi) data aktual untuk pemodelan dan 10% (4 lokasi) untuk prediksi dan validasi
3. Membentuk *semivariogram* dan model variogram
4. Melakukan prediksi dan interpolasi melalui *ordinary kriging*, dengan model variogram *gaussian*, *exponential*, dan *spherical*.
5. Membandingkan hasil prediksi model variogram *gaussian*, *exponential*, dan *spherical* melalui MSE.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{n} \quad (9)$$

#### V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola penyebaran persentase penduduk miskin di Jawa Timur 2007 disajikan di Gambar 3. Jumlah penduduk miskin di Jawa Timur tahun 2007 adalah 19.98 persen (7.155,3 juta jiwa). Angka ini mengalami penurunan dibandingkan tahun 2006 yang berjumlah 21,09 persen (7.678,1 juta jiwa). Persentase penduduk miskin tersebut membentuk pola-pola mengelompok pada lokasi-lokasi tertentu. Pengelompokan kabupaten/kota yang ada juga hampir sama. Kabupaten Sampang masih memiliki persentase yang tinggi, yaitu 39,42 persen. Selanjutnya Kabupaten Bangkalan, Sumenep, dan Pamekasan di Pulau Madura, yang berlokasi saling berdekatan dan memiliki persentase penduduk miskin lebih tinggi dibandingkan kabupaten/kota lainnya. Seperti halnya di beberapa kabupaten lainnya seperti Kabupaten Tuban, Bojonegoro, Lamongan, dan Gresik. Daerah tersebut memiliki persentase yang hampir sama.

Warna merah menunjukkan empat lokasi (Kabupaten Pacitan, Tuban, Pamekasan, dan Pasuruan) yang digunakan sebagai prediksi dan validasi. Pemilihan lokasi ini dilakukan secara random.



Gambar 3. Pola Penyebaran Persentase Penduduk Miskin Jawa Timur 2007

**A. Autokorelasi Spasial Moran's I**

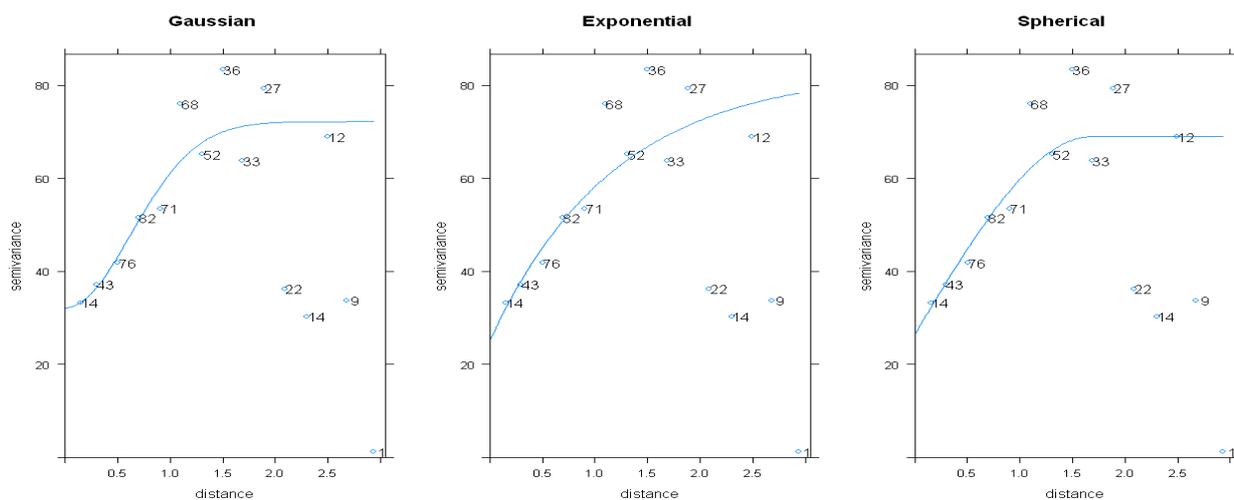
Autokorelasi spasial ini menunjukkan bahwa ada keterkaitan atau hubungan nilai persentase penduduk miskin antar kabupaten/kota di Jawa Timur. Seperti pada identifikasi sebelumnya, bahwa ada pengelompokan pada beberapa lokasi. Angka Moran's I pada tahun 2007 adalah 0.5434 yang lebih besar dari  $I_0 = -0,027$ . Hal ini menunjukkan ada autokorelasi positif atau pola yang mengelompok dan memiliki kesamaan karakteristik pada lokasi yang berdekatan.

**B. Semivariogram**

Plot *semivariogram* pola penduduk miskin dibentuk ke dalam model *spherical*, *exponential*, dan *gaussian* (lihat Gambar 4). Titik-titik data menunjukkan *semivariogram* berdsarkan data experimental (aktual) dan garis menunjukkan *semivariogram* berdasarkan teori (model). Secara umum,

*semivariogram* tersebut memiliki nilai sill 70, range 1.5, dan nugget 30. *Semivariogram* ini menunjukkan pasangan data, jarak antar data, nilai semivariance, serta korelasi spasial.

Melalui perbandingan model *spherical*, *exponential*, dan *gaussian* dapat diketahui bahwa *semivariogram* model *gaussian* lebih sesuai untuk data eksperimental. Hal ini ditunjukkan oleh plot data experimental yang mengikuti pola model *gaussian*. Pada semivariance terbentuk 15 pasangan data yang memiliki kesamaan karakteristik dan jarak yang relatif dekat antara satu lokasi dan lokasi lainnya. Pasangan data pertama terdiri dari 14 data dengan lag (distance) 0.151 dan semivariance 33.233. Nilai semivariance semakin konstan pada lag 1.5, yang menunjukkan bahwa pasangan data dengan lag di atas 1.5 dan semivariance sekitar 70 memiliki korelasi yang kecil atau dapat dikatakan tidak ada korelasi.



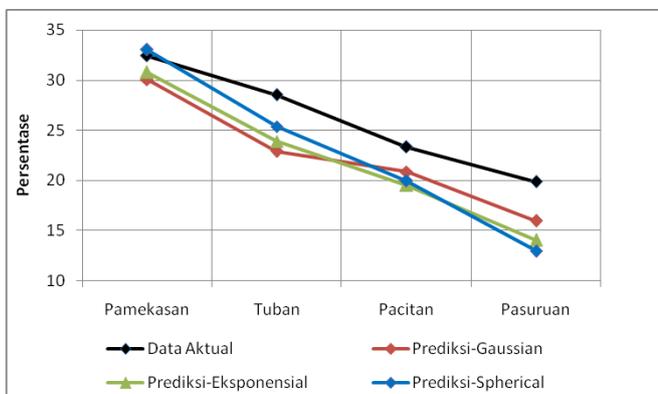
Gambar 4. *Semivariogram*

C. Ordinary Kriging

Hasil prediksi persentase penduduk miskin melalui ordinary kriging disajikan pada Gambar 5. Perhitungan prediksi dilakukan dengan menggunakan model *spherical*, *exponential*, maupun *gaussian*. Masing-masing model menghasilkan prediksi yang berbeda-beda. Persentase penduduk miskin di Kabupaten Pacitan tahun 2007 adalah 23.27%. Hasil prediksi melalui model *Gaussian*, *exponential*, dan *spherical* adalah 20.84%, 19.51%, dan 19.96%. Sementara itu, persentase penduduk miskin di Kabupaten Pasuruan adalah 19.88 dan hasil prediksi melalui model *Gaussian*, *exponential*, dan *spherical* adalah 15.97%, 14.07%, dan 12.95%.

Hasil prediksi kemiskinan di kedua lokasi Kabupaten Pacitan dan Pasuruan lebih baik dengan menggunakan model *gaussian*, karena mendekati nilai data aktualnya dan error yang kecil. Sementara itu hasil prediksi terbaik Kabupaten Pamekasan dan Tuban adalah *spherical*. Namun secara umum, berdasarkan perbandingan MSE dapat diketahui bahwa model *gaussian* memberikan prediksi yang lebih baik. Hal ini ditunjukkan oleh nilai MSE adalah paling kecil dibandingkan model *spherical* dan *gaussian* (lihat Tabel 2).

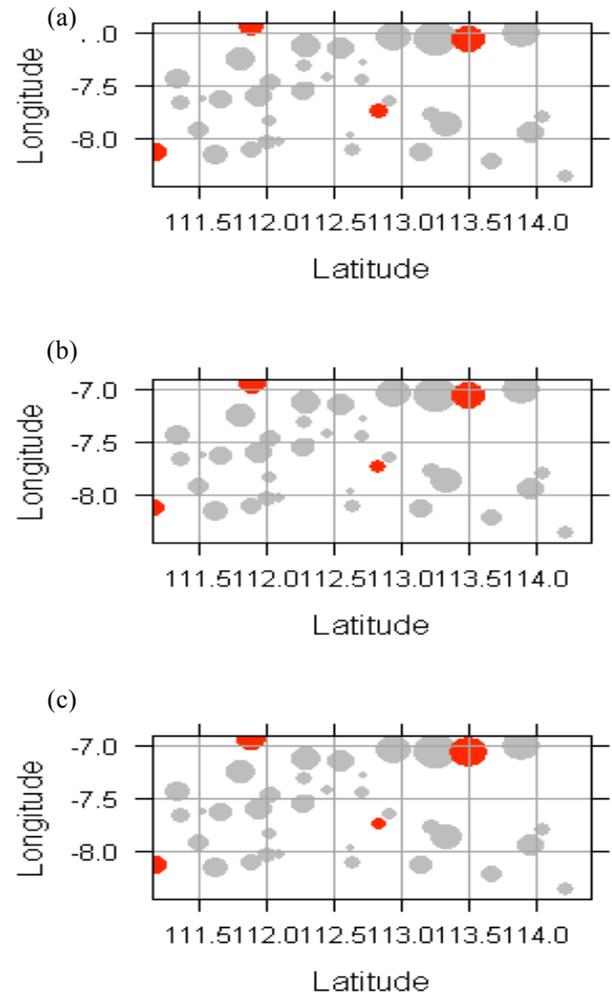
Perbandingan hasil prediksi dengan lokasi-lokasi disajikan pada Gambar 6. Gambar tersebut menunjukkan bahwa hasil prediksi di keempat lokasi masih memiliki karakteristik yang sama dengan lokasi-lokasi lain yang bertetanggan atau berdekatan. Kabupaten Pasuruan dengan nilai prediksi kemiskinan kecil dikelilingi oleh kabupaten/kota lain yang kemiskinannya kecil pula.



Gambar 5. Prediksi Persentase Penduduk Miskin Melalui Ordinary Kriging

TABEL II. PERBANDINGAN NILAI MSE

Model	MSE
<i>Gaussian</i>	14.63071
<i>Eskponensial</i>	18.01143
<i>Spherical</i>	17.37903



Gambar 6. Perbandingan Prediksi Persentase Penduduk Miskin dengan Lokasi lain pada model Gaussian (a), Exponential (b), dan Spherical (c).

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai Moran's I sebesar 0.5434 yang menunjukkan bahwa terdapat autokorelasi spasial pada persentase jumlah penduduk miskin di Kabupaten/Kota di Jawa Timur. Sementara itu, pada hasil prediksi dan interpolasi, model *Gaussian* adalah model yang memberikan prediksi yang lebih baik dibandingkan model *exponential*, dan *spherical*.

VII. ACKNOWLEDGMENT

Ucapan terimakasih kepada Bapak Sutikno, M.Si atas bimbingan dan materi spasial yang telah diberikan, serta PDPM LPPM ITS yang telah mendukung tersedianya data kemiskinan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] G. Bohling, "Introduction to geostatistics and variogram analysis", 2007, unpublished.  
 [2] L. Anselin dan S.J. Rey, "Perspectives on spatial data analysis", Newyork : Springer, 2010 .

- [3] M.M. Fischer dan A. Getis, "Handbook of applied spatial analysis: software tools, method, and applications". New York:Springer, 2010.
- [4] Badan Pusat Statistika, "Profil kemiskinan di Jawa Timur september 2011", Surabaya : BPS Provinsi Jawa Timur, 2012.
- [5] W. D. Kissling dan G. Carl, "Spatial autocorrelation and the selection of simultaneous autoregressive models", *Global Ecology and Biogeography*, vol. 17, pp. 59-71, 2008.
- [6] P.O. Okwi, G. Ndeng'e, P. Kristjanson, M. Arunga., A. Notenbaert., A. Omolo, H. Henninger, T. Benson, P. Kariuki, dan J. Ownor, "Spatial determinants of poverty in rural Kenya", *PNAS*, 2007.
- [7] R. D. Bektı dan Sutikno, "Spatial Modeling on the Relationship between "Asset Society and Poverty in East Java", *Jurnal Matematika dan Sains*, vol. 16 nomor 3, pp. 140-146, Desember 2011.
- [8] J. Lee dan D. W. S. Wong, "Statistical analysis with Arcview GIS", New York: John Wiley and Sons, 2001.
- [9] E.H. Isaaks dan R.H.Srivastava, "Applied geostatistics". Oxford University Press, 1989.

# Analisis Kandungan Zat Kimia Anorganik pada Proses Filterisasi Air Minum dengan *Unbalance One-Way Manova*

Margaretha Ohyver  
Jurusan Statistika School of Computer Science  
Universitas Bina Nusantara  
Jl. Kh.Syahdan No.9, Palmerah, Jakarta 11480, Indonesia  
[mohyver@binus.edu](mailto:mohyver@binus.edu), [e\\_ohyver@yahoo.co.id](mailto:e_ohyver@yahoo.co.id)

**Abstrak** - Di Indonesia telah berkembang proses-proses filterisasi air minum yang bertujuan mendapatkan air minum berkualitas. *Hollow fiber* (HF) merupakan proses filterisasi yang banyak digunakan di rumah-rumah tangga. Dengan memasang filter ini, maka air dapat langsung dikonsumsi tanpa harus dimasak terlebih dahulu. *Granular activated Charcoal* (GAC) merupakan proses filterisasi air minum yang digunakan oleh usaha air minum depot isi ulang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses filterisasi air yang memiliki kemampuan terbaik dalam menurunkan kadar Cd, Cr, Cn, Mn, dan Pb. Proses filterisasi air yang dibandingkan adalah HF dan GAC. Selain itu, akan dibandingkan juga dengan air yang berasal dari sumber mata air pegunungan. Dengan menggunakan *Unbalance One-Way MANOVA* dan *multiple comparison* diperoleh hasil sebagai berikut. GAC dan HF memiliki kemampuan yang berbeda dalam menurunkan kadar Cd, Cr, dan Pb. GAC dan HF mempunyai kemampuan yang sama dalam menurunkan kadar Cd dan Mn. Selain itu diketahui air yang diperoleh pada pegunungan sumber air gunung Salak dan Pangrango masih aman untuk dikonsumsi, tanpa perlu difilter dengan menggunakan GAC maupun HF.

**Kata Kunci:** *Kualitas Air Minum, Unbalanced One-Way Manova, Multiple Comparison*

## I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan manusia yang sangat penting. Tanpa air, manusia tidak akan bisa bertahan hidup lebih lama. Air juga dapat menjadi sarana penularan penyakit. Karena begitu pentingnya, maka kualitas air pun perlu dijaga. Berikut adalah gambaran mengenai pentingnya air bagi manusia.

Kebutuhan akan pasokan air bersih yang bersih dan aman telah berlangsung selama lebih dari 2000 tahun. Bangsa Romawi kuno meyakini bahwa aktivitas manusia merupakan sumber utama dari polusi air, sehingga bangsa tersebut menyiapkan tempat yang tidak berpenghuni sebagai tempat persediaan air. Pada 312 B.C. penduduk Romawi membangun suatu sistem untuk menyalurkan air dari sungai Tiber ke kota. Pembangunan ini telah meningkatkan kualitas dan kuantitas pasokan air bangsa tersebut. Hal ini dipercaya sebagai salah satu penyebab berkembangnya Roma sebagai pusat peradaban dunia. Selain itu, ada juga yang berpendapat bahwa

penggunaan bahan timbal pada pipa air yang digunakan oleh bangsa Romawi secara perlahan-lahan meracuni penduduk tersebut [3].

Epidemi yang terjadi di London telah mengantarkan John Snow sebagai bapak Epidemi. Hal ini disebabkan atas usahanya dalam menganalisis hubungan antara epidemi kolera dengan air minum yang kelihatannya bersih, demikian pula rasanya. John Snow menyatakan bahwa kebanyakan orang yang meninggal karena kolera pada musim panas tersebut disebabkan orang-orang tersebut mengambil air dari sumber yang sama, yaitu sumur Broad Street. Epidemi bisa berlalu setelah pompa sumur tersebut disingkirkan dan orang-orang tidak bisa lagi mengambil air dari sumur tersebut.

Indonesia termasuk dalam salah satu negara yang akan mengalami krisis air pada tahun 2025. Prediksi ini berasal dari World Water Forum di Den Haag pada tahun 2000. Sepertinya hal ini sudah mulai menunjukkan indikasi ke arah tersebut. Pada tahun 2009 terjadi kelangkaan air minum [6]. Hal tersebut terjadi pasca Idul Fitri. Di Bengkulu terjadi kekeringan di beberapa kecamatan. Karena kekeringan ini, warga mengkonsumsi air asin yang dapat menyebabkan terganggunya kesehatan [5]. Saat ini Jakarta sudah dipastikan mengalami krisis air minum. Beberapa wilayah lain di Indonesia pun demikian. Karena itu sangat perlu dilakukan tindakan untuk mengatasi masalah ini.

Menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010, diketahui bahwa air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. Unsur kimia anorganik yang termasuk dalam parameter wajib, yang berhubungan langsung dengan kesehatan, diantaranya adalah Kadmium (Cd), Kromium (Cr), dan Sianida (Cn). Salah satu unsur kimia anorganik yang termasuk dalam parameter wajib yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan adalah Mangan (Mn). Sedangkan contoh unsur yang termasuk dalam parameter tambahan adalah Timbal (Pb). Adanya unsur-unsur tersebut pada air minum akan dapat menyebabkan berbagai penyakit. Oleh karena itu kadar dari kelima unsur ini akan dilihat pada air yang diproses dengan beberapa proses filterisasi air minum.

Di Indonesia telah berkembang proses-proses filterisasi air minum yang bertujuan mendapatkan air minum berkualitas.

*Hollow fiber* (HF) merupakan proses filterisasi yang banyak digunakan di rumah-rumah tangga. Dengan memasang filter ini, maka air dapat langsung dikonsumsi tanpa harus dimasak terlebih dahulu. *Granular activated Charcoal* (GAC) merupakan proses filterisasi air minum yang digunakan oleh usaha air minum depot isi ulang. Permasalahannya adalah apakah kedua proses filterisasi tersebut memiliki kemampuan yang sama dalam mengurangi kadar Cd, Cr, Cn, Mn, dan Pb? Jika memang keduanya memiliki kemampuan yang sama, maka masyarakat dapat memilih alat dengan proses yang dimaksud dengan biaya yang kecil. Karena tentunya masyarakat mengharapkan alat yang bermanfaat dengan biaya yang kecil. Akan tetapi jika keduanya tidak memiliki kemampuan yang sama, maka masyarakat perlu mengetahui proses manakah yang dapat menghasilkan air dengan kadar Cd, Cr, Cn, Mn, dan Pb yang seminimal mungkin. Selain itu, perlukah air yang berasal dari sumber mata air pegunungan diproses lagi dengan proses filterisasi tersebut? Jika kadar Cd, Cr, Cn, Mn, dan Pb, dari air yang berasal dari sumber mata air tersebut masih dalam kadar maksimum yang diperbolehkan maka masyarakat tidak perlu memproses lagi dengan proses filterisasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses filterisasi air yang memiliki kemampuan terbaik dalam menurunkan kadar Cd, Cr, Cn, Mn, dan Pb. Proses filterisasi air yang dibandingkan adalah HF dan GAC. Selain itu, akan dibandingkan juga dengan air yang berasal dari sumber mata air pegunungan.

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat mengetahui proses filterisasi air yang memiliki kemampuan terbaik dalam menurunkan kadar Cd, Cr, Cn, Mn, dan Pb.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan mengambil air dari sumber mata air gunung Salak dan Pangrango. Air tersebut difilter dengan menggunakan GAC dan HF. Untuk GAC dilakukan di beberapa depot air minum yang terdapat di wilayah Jakarta Barat. Selain itu dalam menganalisis data ditambahkan air yang belum diproses atau air asli dari kedua sumber mata air tersebut. Untuk selanjutnya air ini disebut kontrol. Sehingga dalam menganalisis dengan menggunakan MANOVA akan ada 3 treatment, yaitu kontrol, GAC, dan HF.

Air yang telah diproses dengan GAC, HF, dan juga kontrol, dibawa ke laboratorium untuk diteliti kadar Cd, Cr, Cn, Mn, dan Pb. Setelah diketahui kadarnya, maka selanjutnya data kadar tersebut diolah menggunakan *Unbalanced One-Way MANOVA* dan *Multiple Comparison*.

*Multivariate analysis of variance* (MANOVA) merupakan pengembangan dari *analysis of variance* (ANOVA). Pengembangan yang dimaksud adalah dalam hal jumlah variabel dependen atau variabel respon [2]. MANOVA termasuk dalam teknik dependensi yang mengukur perbedaan antara dua atau lebih variabel respon metrik berdasarkan sekelompok variabel bebas nonmetrik.

Seperti halnya ANOVA, MANOVA juga berkaitan dengan perbedaan antara kelompok (atau perlakuan-perlakuan dalam suatu percobaan). ANOVA merupakan prosedur univariat

karena digunakan untuk menduga perbedaan antar kelompok terhadap variabel respon tunggal yang berskala metrik. MANOVA merupakan prosedur multivariat karena digunakan untuk menduga perbedaan antar kelompok berdasarkan variabel respon ganda berskala metrik secara simultan. Pada MANOVA, tiap perlakuan kelompok diamati berdasarkan dua variabel respon atau lebih.

ANOVA dan MANOVA dapat dituliskan persamaannya secara umum sebagai berikut.

$$Y_1 = X_1 + X_2 + \dots + X_n \quad (1)$$

$$Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n = X_1 + X_2 + \dots + X_n \quad (2)$$

### *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)*

Pengembangan teknik dari univariat menjadi multivariat serupa dengan regresi ganda. Regresi ganda juga merupakan pengembangan dari regresi sederhana. Dimana pada regresi sederhana hanya menggunakan 1 (satu) variabel bebas sedangkan pada regresi ganda menggunakan lebih dari satu variabel bebas.

Situasi yang sama juga terjadi ketika menganalisis perbedaan kelompok. Prosedur ini diklasifikasikan sebagai univariat bukan karena jumlah dari variabel bebas tapi jumlah dari variabel respon. Pada regresi ganda, univariat dan multivariat mengacu jumlah variabel bebas, akan tetapi untuk ANOVA dan MANOVA terminologi tersebut berlaku untuk penggunaan variabel bebas yang tunggal atau ganda. Kedua teknik tersebut telah lama dihubungkan dengan analisis rancangan percobaan. Hubungan antara prosedur univariat dan multivariat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hubungan antara Prosedur Univariat dan Multivariat

Jumlah variabel bebas dalam kelompok	Jumlah variabel respon	
	Satu (Univariat)	Dua atau Lebih (Multivariat)
Dua kelompok (Kasus khusus)	t-test	$T^2$ Hotelling
Dua Kelompok atau lebih (Kasus umum)	ANOVA	MANOVA

Persamaan MANOVA dapat dituliskan sebagai berikut.

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} \quad (3)$$

*Unbalance One-Way* MANOVA merupakan hal yang khusus dari MANOVA [4]. Hal ini dikarenakan jumlah pengamatan yang tidak sama, yaitu terdapat  $n_i$  vektor pengamatan pada kelompok ke- $i$ . Persamaan (3) akan menjadi

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} = \mu_i + \epsilon_{ij}, i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, n_i \quad (4)$$

Statistik uji yang digunakan dapat dilihat pada persamaan (5), (6), (7), dan (8). Keempat persamaan ini dapat digunakan salah satunya saja.

$$\text{Pillai: } V^{(s)} = \sum_{i=1}^s \frac{\lambda_i}{1+\lambda_i} \quad (5)$$

$$\text{Lawley - Hotelling: } U^{(s)} = \sum_{i=1}^s \lambda_i \quad (6)$$

$$\text{Wilks' lambda: } \Lambda = \prod_{i=1}^s \frac{1}{1+\lambda_i} \quad (7)$$

$$\text{Roy's largest root: } \theta = \frac{\lambda_1}{1+\lambda_1} \quad (8)$$

Sebagai kelanjutan dari *Unbalance One-Way* MANOVA, dapat digunakan prosedur *Multiple Comparison*. Prosedur ini digunakan dengan tujuan untuk mengetahui perlakuan mana saja yang memiliki kemampuan yang berbeda dan didefinisikan pada persamaan (9).

$$|R_j - R_j'| \geq z \sqrt{\frac{bk(k+1)}{6}} \quad (9)$$

dengan  $R_j$  dan  $R_j'$  adalah total ranking pada perlakuan ke- $j$  dan ke- $j'$ .

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan *Unbalance One-Way* MANOVA. Pada penelitian ini digunakan 4 statistik uji yang ada pada persamaan (5),(6),(7), dan (8). Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Berdasarkan statistik uji Pillai, Lawley-Hotelling, Wilk's lambda, Roy's largest root, tersebut diperoleh kesimpulan bahwa setidaknya ada salah satu diantara GAC, HF, dan kontrol yang memiliki kemampuan berbeda.

Jika dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2, terdapat perbedaan susunan dalam penyaringan air. Pada GAC, air terlebih dulu diozonisasi sebelum masuk ke *mixing tank* dan diozonisasi lagi setelah melewati *microfilter 1 micron*.

Pada HF, air melalui Sand Filter terlebih dulu, kemudian di ozonisasi, selanjutnya melalui Carbon Filter, dan Micro Fiber 0.2 Micron, kemudian diozonisasi lagi. Diperkirakan hal inilah yang menyebabkan adanya perbedaan dalam hal kemampuan memproses air minum. Proses selanjutnya adalah melakukan prosedur *Multiple Comparison* dengan menggunakan persamaan (9).

Berdasarkan hasil uji untuk Cd diperoleh hasil sebagai berikut. GAC mempunyai kemampuan yang berbeda dengan kontrol dan HF. Selain itu kontrol mempunyai kemampuan yang sama dengan HF. Jika dilihat dari nilai rata-ratanya maka yang terbaik adalah kontrol. Hal ini dapat diartikan bahwa berdasarkan sampel, diketahui bahwa air tidak perlu diproses dengan GAC ataupun HF. Jika dibandingkan antara GAC dan HF, maka yang terbaik adalah HF.

Hal yang perlu dicermati dari hasil uji Cd adalah mengapa kontrol malah memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan GAC dan HF? Padahal idealnya GAC dan HF memberikan hasil yang lebih baik daripada kontrol.

Dari hal ini dapat dicurigai bahwa alat yang digunakan dalam proses GAC dan HF sudah tidak memadai lagi dalam menurunkan kandungan Cd. Dengan adanya hasil ini maka sebaiknya pemilik atau orang yang menjalankan proses AC dan HF ini perlu melakukan pengecekan terhadap alat tersebut.

Tabel 1 Hasil Uji Pillai

	Df	Pillai	Pr(>F)
Filter	1	0.82674	0.0006749
Residuals	15		

Tabel 2 Hasil Uji Wilks' Lambda

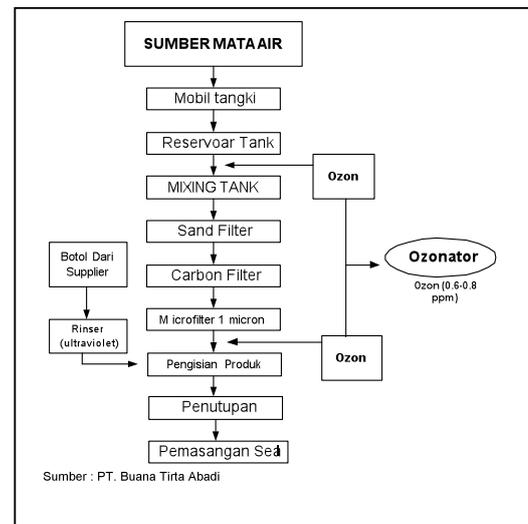
	Df	Wilks	Pr(>F)
Filter	1	0.17326	0.0006749
Residuals	15		

Tabel 3 Hasil Uji Lawley-Hotelling

	Df	Hotelling	Pr(>F)
Filter	1	4.7717	0.0006749
Residuals	15		

Tabel 4 Hasil Uji Roy's Largest Root

	Df	Pillai	Pr(>F)
Filter	1	4.7717	0.0006749
Residuals	15		



Gambar 1. Proses Filterisasi *Granular Activated Charcoal* (GAC)

Berdasarkan hasil uji untuk Cr diperoleh hasil sebagai berikut. GAC mempunyai kemampuan yang berbeda dengan kontrol dan HF. Selain itu kontrol mempunyai kemampuan yang sama dengan HF. Jika dilihat dari nilai rata-ratanya maka yang terbaik adalah HF. Artinya berdasarkan sampel, diketahui bahwa air agar mempunyai kadar Cr yang minimum harus diproses dengan menggunakan HF. Akan tetapi karena

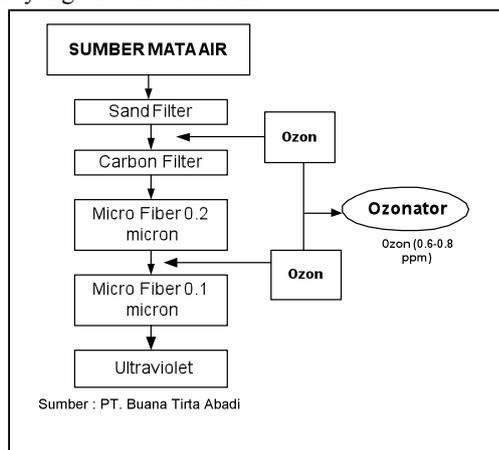
HF mempunyai kemampuan yang sama dengan kontrol, maka air tidak perlu diproses lagi dengan HF. Jika dibandingkan antara GAC dan HF, maka yang terbaik adalah HF.

Dari hasil di atas diketahui bahwa HF mempunyai kemampuan yang sama dengan kontrol. HF mempunyai proses seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. Dan jika dibandingkan dengan proses kontrol adalah hal yang sangat tidak mungkin jika ada kesamaan antara HF dan kontrol. Hal yang paling mungkin adalah alat yang digunakan sudah tidak memadai lagi dalam menurunkan kadar Cr.

Berdasarkan hasil uji untuk Mn diperoleh hasil sebagai berikut. GAC, HF, dan kontrol mempunyai kemampuan yang sama dalam menurunkan kadar Mn dalam air. Dengan kata lain, air tidak perlu diproses dengan GAC maupun HF.

Hasil yang diperoleh untuk Mn sama dengan hasil yang diperoleh untuk Cd. Ada kemungkinan bahwa alat yang digunakan dalam proses GAC dan HF sudah tidak memadai lagi dalam menurunkan kadar Mn.

Berdasarkan hasil uji untuk Pb diperoleh hasil sebagai berikut. GAC mempunyai kemampuan yang berbeda dengan kontrol dan HF. Selain itu kontrol mempunyai kemampuan yang sama dengan HF. Jika dilihat dari nilai rata-ratanya maka yang terbaik adalah HF. Akan tetapi karena HF mempunyai kemampuan yang sama dengan kontrol, maka air tidak perlu diproses lagi dengan HF. Jika dibandingkan antara GAC dan HF, maka yang terbaik adalah HF.



Gambar 2. Proses Filterisasi Hollow Fiber (HF)

Hasil yang diperoleh untuk Pb sama dengan hasil yang diperoleh untuk Cd dan Mn. Ada kemungkinan bahwa alat yang digunakan dalam proses GAC dan HF sudah tidak memadai lagi dalam menurunkan kadar Pb.

Berdasarkan hasil uji untuk Cn diperoleh hasil sebagai berikut. GAC mempunyai kemampuan yang sama dengan kontrol dan HF. Demikian pula, kontrol mempunyai kemampuan yang sama dengan HF.

Hasil yang diperoleh untuk Cn ini sama dengan yang diperoleh untuk Cd, Mn, dan Pb. Ada kemungkinan bahwa alat yang digunakan sudah tidak memadai lagi dalam menurunkan kadar Cn.

Pada GAC dan HF terdapat ozonisasi. Ozonisasi dimaksudkan untuk menghilangkan bakteri-bakteri yang

terdapat di dalam air. Jika diperhatikan pada Gambar 1 maka terlihat bahwa ozonisasi pada GAC dilakukan sebelum air masuk ke *mixing tank* dan setelah keluar dari *microfilter 1 micron*. Pada Gambar 2 terlihat bahwa ozonisasi diberikan setelah air melewati sand filter dan setelah melewati micro fiber 0.2 micron. Menurut Da Silva et al (2009) dalam buku *Water Purification* [1], ozonisasi sebaiknya dilakukan setelah proses sedimentasi, dan diikuti proses filtrasi biologi aktif (*biologically active filtration*). Jika diperhatikan proses yang sesuai dengan Da Silva et al adalah proses HF. Hal ini bisa cukup menjelaskan mengapa ada hasil yang lebih baik untuk HF dibandingkan dengan GAC.

Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa alat yang digunakan dalam GAC dan HF yang diperoleh pada penelitian ini sudah tidak baik lagi. Sangat berbahaya jika hal ini dibiarkan. Sebab masyarakat sudah sangat banyak yang menggunakan alat-alat dengan proses GAC dan HF. Kepercayaan masyarakat ini bisa membawa dampak yang tidak baik jika alat-alat tersebut tidak memberikan hasil yang baik.

#### IV. SIMPULAN

Simpulan yang diperoleh sebagai berikut. Berdasarkan uji MANOVA diketahui bahwa ada sedikitnya satu proses filterisasi yang berbeda. Proses filterisasi air dengan menggunakan GAC dan HF tidak dapat menurunkan kadar Cd, Cr, Cn, Mn, dan Pb. Bahkan hasilnya kurang baik jika dibandingkan dengan kontrol. Berdasarkan hal tersebut maka dapat dikatakan bahwa alat yang digunakan dalam proses GAC dan HF pada penelitian ini sudah tidak memadai lagi. Perlu dilakukan pengecekan mengenai kelayakan alat-alat tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Da Silva, L. M., Franco, D.V., Goncalves, I. C., and De Sousa, L. G. (2009). *Water Purification*. Nova Science Publishers, Inc. New York.
- [2] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., and Anderson, R. O. (2010). *Multivariate Data Analysis: Global Edition*. 7th Edition. Pearson Education. New York.
- [2] Howd, R. A., and Fan, A. M. (2008). *Risk Assessment for Chemicals in Drinking Water*. John Wiley & Sons. Canada.
- [3] Rencher, A. (2002). *Methods of Multivariate Analysis*. 2nd Edition. John Wiley & Sons. Canada.
- [4] Krisis Air Mengancam Indonesia. (2011, September 23). *Harian Analisa*.
- [5] Pemerintah Antisipasi Kelangkaan Air Minum. (2011, Agustus 22). *Media Indonesia*.

# Pengembangan Model Alih Risiko Berdasarkan Model Pergerakan Harga Aset

I G.A. Anom Yudistira  
Universitas Sahid, Jakarta, Indonesia  
e-mail: anom1392@gmail.com

**Abstract**— This research aims to develop a model of risk transferring based on the fluctuation of commodity price. The model is formulated from the Brownian Geometric Random Movement Theory. Risk in the commodity market is transferred through a risk-transfer-band. The developing of this risk-transfer-band is similar with Process Control Chart on Theory of Quality Control. Analytically, the development of the model has proved to decrease the volatility of asset's price, as the model uses the functions of volatility and risk-transfer-band as the instrument values and with simulation it shows that the instrument values are positive at the long run period. It will provide accumulation of loss, gain or neutral during the certain period of time range. When the price drops, reaching under lower limit, so loss will occur, and on the contrary, when the price rises, exceeding the upper limit, so gain will occur. Gain or loss does not occur if the price moves between lower and upper limits.

**Keywords:** Risk; Financial Engineering

## I. PENDAHULUAN

Besarnya volatilitas harga suatu aset menunjukkan juga besarnya risiko dari harga aset tersebut. Volatilitas ini biasanya diukur oleh simpangan baku ( $\sigma$ ) [4]. Semakin besar nilai simpangan baku maka semakin besar risiko komoditas tersebut [4]. Risiko seperti ini digolongkan sebagai risiko mandiri (*stand alone risk*), yang mengacu pada peluang munculnya kejadian yang tidak diinginkan. Bagi pihak yang berada pada posisi jual untuk suatu aset, keadaan yang tidak diinginkan adalah turunnya harga aset tersebut, sedangkan bagi pihak yang berada pada posisi beli suatu aset maka keadaan yang tidak diinginkan adalah naiknya harga aset tersebut. Oleh karena itu nilai  $\sigma$  merupakan nilai yang tepat untuk mengukur besarnya risiko. Nilai  $\sigma$  yang besar untuk harga aset mengandung potensi melambungnya harga atau jatuhnya harga yang relatif besar. Sedangkan nilai  $\sigma$  yang kecil menunjukkan harga yang relatif stabil. Risiko seperti ini biasanya dijumpai pada pasar yang bersaing sempurna, seperti pada bursa efek atau bursa aset

### A. Latar Belakang

Semua pihak (penjual dan pembeli) pada suatu pasar komoditi (aset) yang bebas tidak menginginkan risiko ini atau paling tidak mengurangi besarnya risiko ini. Rekayasa terhadap kondisi harga yang fluktuatif perlu dilakukan sehingga dapat mengurangi risiko tersebut. Rekayasa tersebut dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain dengan campur tangan pihak ketiga yang bermodal besar, yang

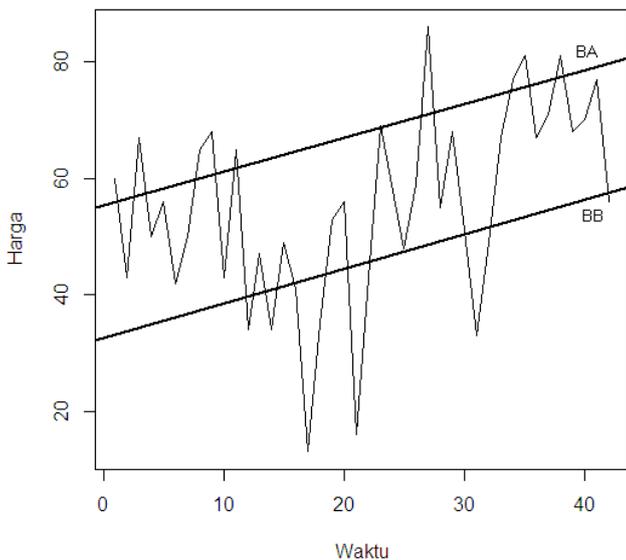
mempengaruhi sisi pasokan (*supply*) atau sisi permintaan (*demand*). Rekayasa pasar seperti ini biasa dilakukan oleh pemerintah melalui BULOG dan pernah dilakukan oleh BPPC (Badan Pemasaran dan Penyangga Cengkeh) tahun 1991 dan gagal karena kekurangan modal.

Alternatif lain dapat dilakukan dengan mengalihkan sebagian risiko ke pihak lain yang bersedia menerimanya. Asuransi menggunakan prinsip seperti ini, yaitu pihak yang berhadapan dengan risiko (eksposur) membayar sejumlah premi kepada asuransi dan apabila keadaan yang tidak diinginkan tersebut terjadi, maka perusahaan asuransi akan menanggung sebagian atau keseluruhan kerugian yang timbul, sesuai perjanjian yang disepakati [1]. Jadi sekarang risiko kerugian beralih dari eksposur ke perusahaan asuransi. Alih risiko seperti ini dinamakan dengan alih risiko tidak langsung.

Pengalihan risiko secara langsung dapat dilakukan dengan mengalihkan sebagian kerugian akibat kenaikan/penurunan harga aset. alih risiko langsung ini melalui sekuritisasi [2] dan [5]. Prinsipnya adalah membatasi fluktuasi harga dengan membuat garis batas atas harga (BA) dan garis batas bawah harga (BB). Apabila harga aset jatuh hingga lebih rendah dari BB, misalkan  $H_1$  ( $H_1 < BB$ ), maka penjual (penerima risiko akibat jatuhnya harga) akan menerima harga efektif hanya sebesar BB. Bila volume yang diperdagangkan adalah Q unit, maka kerugian yang timbul akibat harga jatuh hingga lebih rendah dari BB, yaitu sebesar  $Q \times (BB - H_1)$  rupiah akan ditanggung oleh pihak penerima risiko (selanjutnya dinamakan dengan investor). Sebaliknya apabila harga melambung hingga melebihi BA, misalkan harganya sebesar  $H_2$  ( $H_2 > BA$ ), maka penjual tersebut hanya menerima harga efektif sebesar BA. Porsi keuntungan sebesar  $Q \times (H_2 - BA)$  dinikmati oleh investor. Gambar 1 mengilustrasikan hal tersebut

Bila diasumsikan Q adalah sebesar satu unit dan misalkan  $H_T$  adalah harga pada waktu T dan r adalah tingkat bunga bebas risiko, maka fungsi aliran dana dari sisi investor (penerima risiko) adalah sebagai berikut:

$$K(H_T) = \begin{cases} -BB - H_T e^{-rT}, & \text{jika } H_T < BB \\ 0, & \text{jika } BB \leq H_T \leq BA \\ H_T - BA e^{-rT}, & \text{jika } H_T > BA \end{cases} \quad (1)$$



Gambar 1

$K(H_T)$  adalah besarnya keuntungan (*gain*) yang diperoleh investor pada saat harga pada waktu  $T$  yang akan datang sebesar  $H_T$ . Apabila harga pada waktu  $T$  yang akan datang lebih rendah dari  $BB$ , maka investor akan menerima kerugian (*loss*) sebesar  $(BB - H_T)$  dan jika dihitung untuk waktu sekarang di diskonto menjadi  $(BB - H_T) e^{-rT}$ . Sedangkan apabila harga pada waktu  $T$  yang akan datang berada antara  $BB$  dan  $BA$ , maka tidak ada aliran dana yang masuk maupun keluar atau nilai  $K(H_T) = 0$ . Aliran dana positif akan diperoleh investor jika  $H_T$  ada di atas  $BA$ , yang besarnya setelah didiskonto adalah  $(H_T - BA) e^{-rT}$ .

**B. Perumusan Masalah**

Berdasarkan fungsi aliran dana di atas dan sebaran peluang dari harga pada waktu  $T$  yang akan datang, akan dibuktikan dengan pembatasan harga ini

1. Apakah volatilitas harga yang dihadapi oleh penjual aset menjadi berkurang?
2. Apakah secara rata-rata aliran dana yang diterima investor adalah positif dalam jangka panjang?

**C. Tujuan Penelitian**

Apabila masalah yang diajukan di atas dapat terjawab dengan baik, maka diharapkan akan diperoleh model alih risiko yang dikembangkan secara analitik berdasarkan teori pergerakan harga aset.

**II. LANDASAN TEORI**

**A. Teori Pergerakan Harga Aset**

Dalam memahami pola pergerakan digunakan model klasik tingkah laku harga aset. Bila  $H_0$  melambangkan harga aset pada  $t = 0$ , maka dengan model ini dicari gambaran mengenai harga aset  $H(t)$  untuk setiap titik waktu  $t$  kedepan yang berada pada selang  $0 \leq t \leq T$ . Harga aset  $H(t)$  tidak dapat ditentukan

pergerakannya dengan pasti,  $H(t)$  merupakan suatu peubah acak untuk setiap  $t$ . Biasanya dilakukan pembulatan terhadap harga aset, walaupun demikian diasumsikan bahwa  $H(t) > 0$  dan  $H(t) \in \mathfrak{R}$  (bilangan riil). Tingkat perubahan harga aset dimodelkan oleh gerak brownian geometrik, sebagai berikut [6]:

$$\frac{dH}{H} = \mu dt + \sigma dz \dots\dots\dots (2)$$

Atau

$$dH = \mu H dt + \sigma H dz \dots\dots\dots (3)$$

Model ini menunjukkan bahwa perubahan harga aset  $dH$ , dapat dijelaskan oleh dua komponen yaitu  $\mu H dt$ , yang disebut juga dengan drift dan  $\sigma H dz$  merupakan komponen acak. Drift  $\mu H dt$  merupakan kecenderungan (*trend*) harga aset kedepan, yang nilainya deterministik.  $dz$  dari komponen acak  $\sigma H dz$ , merupakan proses wiener.

Dalam dunia nyata perubahan harga dan waktu terjadi secara diskret, misal harga spot CPO ditentukan hanya pada saat hari kerja bursa dan pada jam tertentu saja, serta naik turunnya harga dibatasi pada kelipatan suatu basis poin tertentu. Model pergerakan diskret harga aset dapat mengikuti pergerakan kontinunya sebagai berikut:

$$\Delta H = \mu H \Delta t + \sigma H \Delta z \dots\dots\dots (4)$$

yang mana  $\Delta z = e\sqrt{\Delta t}$  dan diasumsikan  $e \sim N(0,1)$ . Akibat asumsi terakhir ini, maka diasumsikan bahwa  $\frac{\Delta H}{H} \sim N \mu \Delta t, \sigma \sqrt{t}$

Proses Ito berikut ini merupakan model pergerakan kontinu log harga aset (logaritma natural dari harga aset), yang dinotasikan sebagai berikut [6]:

$$d \log H = \mu(H, t) dt + \sigma(H, t) dz \dots\dots\dots (5)$$

Model ini juga menunjukkan bahwa perubahan log harga aset  $d \log H$ , terdiri dari komponen drift  $\mu(H, t) dt$  dan komponen acak  $\sigma(H, t)$ . Model pergerakan diskret log harga aset menyesuaikan pergerakan kontinunya sebagai berikut:

$$\Delta \log H = \mu(H, t) \Delta t + \sigma(H, t) \Delta z \dots\dots\dots (6)$$

Sebagaimana sebelumnya bahwa  $\Delta z = e\sqrt{\Delta t}$  dan diasumsikan  $e \sim N(0,1)$ . Akibat asumsi terakhir ini, log H akan menyebar normal dan artinya H diasumsikan menyebar LogNormal (LN).

Berdasarkan lemma Ito dan model gerak brownian geometrik dari tingkat perubahan harga aset, maka akan diperoleh perubahan log H sebagai berikut:

$$d \log H = \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dz \dots\dots\dots (7)$$

Hal ini berarti bahwa untuk perubahan dari waktu 0 hingga t, diperoleh bahwa

$$\log \frac{H_t}{H_0} \sim N\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}t, \sigma\sqrt{t}\right) \dots\dots\dots (8)$$

dan berimplikasi,

$$\log H_t \sim N\left(\log H_0 + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t, \sigma\sqrt{t}\right) \dots\dots\dots (9)$$

dan berimplikasi

$$H_t \sim LN\left(\log H_0 + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t, \sigma\sqrt{t}\right) \dots\dots\dots (10)$$

Bagian terakhir ini menunjukkan bahwa harga pada waktu t kedepan, diasumsikan menyebar LogNormal dengan parameter

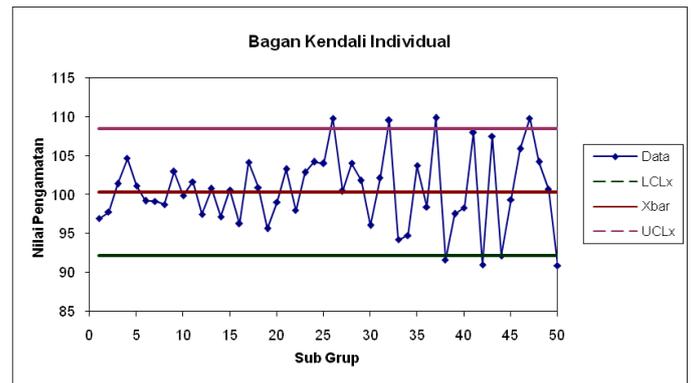
$$\alpha = \log H_0 + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t, \text{ dan } \beta = \sigma\sqrt{t}.$$

Walaupun pola pergerakan ini diteladankan oleh pola pergerakan harga aset/komoditi, alih risiko untuk kualitas atau kuantitas produksi dapat dilakukan apabila memenuhi pola pergerakan seperti yang dijelaskan di atas. Peubah H dapat sebagai harga komoditi per ton, kualitas agregat atau produktivitas per ha pada suatu kawasan agroindustri. Pada alih risiko harga pola pergerakan tersebut dapat diterima dengan tersedianya bursa berjangka/derivatif, yang secara periodik akan memberikan laporan harga yang terbentuk dari mekanisme pelelangan spot. Sedangkan alih risiko kualitas dan kuantitas produksi komoditi masih menimbulkan persoalan, karena belum tersedia mekanisme pelaporan periodik yang objektif untuk kualitas agregat komoditi dan produktivitas per ha dari suatu kawasan agroindustri.

**B. Penetapan “Pita Risiko”**

“Pita Risiko” merupakan suatu nilai batas atas dan batas bawah, yang mana bagi penjual aset, fluktuasi di dalam rentang pita tersebut masih dapat diterima. Pada konsep konvensional - pada risiko harga - batas atas dicerminkan oleh harga atap dan batas bawah dicerminkan oleh harga dasar. Pada konsep ini petani/produsen dianggap tidak sanggup menanggung kerugian bila harga jatuh dibawah harga dasar, sebaliknya konsumen akan resah bila harga aset melampaui harga atap.

Pengembangan “Pita Risiko” ini mengadopsi konsep bagan kendali mutu Shewhart. Grafik berikut ini adalah contoh bagan kendali Shewhart [3].



Gambar 2, (Sumber: Referensi [3], diolah kembali)

Keuntungan atau kerugian yang dialami investor, tergantung pada apakah harga ada di atas batas atas atau di bawah batas bawah, atau ada diantara dua batas tersebut. Jadi akan ada tiga masalah utama yang menjadi perhatian yaitu:

1. Tingkat harga aset ada di atas batas atas. Skenario ini menunjukkan adanya *gain* (keuntungan) yang diterima investor sebagai penerima risiko akibat jatuhnya harga. Besarnya keuntungan ditentukan berdasarkan, seberapa besar deviasi antara harga yang diamati terhadap nilai batas atasnya. Sedangkan dari sisi penjual, skenario ini menunjukkan besarnya kompensasi yang harus dibayarnya, karena aset seharga *H* di pasar hanya dibayar seharga *BA*, sehingga besarnya kompensasi yang dibayar petani adalah  $(H-BA)$ .
2. Tingkat harga aset yang diamati ada diantara dua nilai batas. Skenario ini tidak memberikan *gain/loss* (keuntungan/ kerugian) bagi investor. Petani/ produsen agroindustri menerima tingkat harga aset sesuai dengan harga pasar.
3. Tingkat harga aset yang diamati ada di bawah batas bawah (*BB*). Investor dalam skenario ini mengalami *loss* (kerugian). Besarnya kerugian ditentukan oleh deviasi antara batas bawah tersebut dengan harga pasar aset yang diamati. Petani/produsen menerima harga sebesar *BB* yang lebih tinggi dari harga pasar yang sedang jatuh hingga *H*, atau petani menerima insentif sebesar  $(BB-H)$ .

**III. PERGERAKAN HARGA ASET DAN NILAI INSTRUMEN ALIH RISIKO**

**A. Teori Pergerakan Harga Aset dan Pembentukan Pita Risiko**

Pergerakan harga aset khususnya yang diperdagangkan di bursa, secara umum dimodelkan oleh gerak brownian geometrik [6], adalah sebagai berikut :

$$\frac{\Delta H}{H} = \mu\Delta t + \sigma\epsilon\sqrt{\Delta t} \dots\dots\dots (11)$$

atau

$$\Delta H = \mu H\Delta t + \sigma H\epsilon\sqrt{\Delta t} \dots\dots\dots (12)$$

Peubah  $\Delta H$  adalah perubahan harga aset ( $H$ ), dalam selang waktu  $\Delta t$  yang kecil, dan  $\varepsilon$  adalah suatu peubah acak yang berasal dari populasi normal baku. Parameter  $\mu$  merupakan nilai harapan dari tingkat imbal hasil per unit waktu dari aset tersebut dan  $\sigma$  adalah volatilitas dari harga aset itu. Kedua parameter terakhir ini diasumsikan konstan.

Persamaan (11) memperlihatkan bahwa  $\Delta H/H$  adalah menyebar normal dengan rata-rata  $\mu \Delta t$  dan simpangan baku  $\sigma \sqrt{\Delta t}$ . Secara ringkas ditulis sebagai berikut,

$$\frac{\Delta H}{H} \sim N(\mu \Delta t, \sigma \sqrt{\Delta t}) \dots\dots\dots (13)$$

Berdasarkan lemma Ito, bila  $G = \log H$  maka diperoleh [6],

$$dG = d \log H = \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + dz \dots\dots\dots (14)$$

yang mana  $dz$  adalah merupakan proses Wiener dasar untuk perubahan waktu yang kontinu. Proses Wiener dasar dengan perubahan waktu diskret adalah  $\varepsilon \sqrt{\Delta t}$ . Sehingga berdasarkan persamaan (14) di atas, peubah  $\log H$  akan bergerak mengikuti proses Wiener diperumum. Jadi perubahan  $\log H$  antara titik waktu 0 hingga titik waktu  $T$  adalah menyebar normal, yang ditulis sebagai berikut,

$$(\log H_T - \log H_0) \sim N \left[ \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma \sqrt{T} \right] \dots (15)$$

atau bila dinyatakan dalam rasio logaritma dua harga adalah sebagai berikut,

$$\log \left( \frac{H_T}{H_0} \right) \sim N \left[ \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma \sqrt{T} \right] \dots\dots\dots (16)$$

dan berimplikasi,

$$\log H_T \sim N \left[ \log H_0 + \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma \sqrt{T} \right] \dots\dots (17)$$

$H_T$  adalah harga aset pada waktu  $T$  yang akan datang, dan  $H_0$  adalah harga aset pada waktu nol. Ekspresi (17) menyatakan bahwa logaritma harga suatu aset pada waktu  $T$  ( $\log H_T$ ) yang akan datang, menyebar normal dengan rata-rata  $\log H_0 + \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T$  dan simpangan baku  $\sigma \sqrt{T}$ . Oleh karena itu harga aset pada waktu  $T$  yang akan datang ( $H_T$ ) menyebar LogNormal.

Berdasarkan ekspresi (17) dapat dibuat suatu batas atas dan batas bawah suatu selang dari pergerakan peubah  $\log H_T$ , dengan memilih suatu nilai  $k > 0$  diperoleh selang berikut,

$$\left[ \log H_0 + \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T - k \sigma \sqrt{T}, \log H_0 + \left( \mu + \frac{\sigma^2}{2} \right) T + k \sigma \sqrt{T} \right] \dots\dots\dots (18)$$

atau jika dikonversikan dalam bentuk harga aset itu sendiri ( $H_T$ ), diperoleh selang berikut,

$$\left[ \exp \left( \log H_0 + \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T - k \sigma \sqrt{T} \right), \exp \left( \log H_0 + \left( \mu + \frac{\sigma^2}{2} \right) T + k \sigma \sqrt{T} \right) \right] \dots\dots\dots (19)$$

Batas atas dan batas bawah selang yang ditunjukkan oleh persamaan (19), merupakan batas atas dan batas bawah untuk rencana alih risiko harga aset. Artinya dari sisi petani penghasil bahan baku aset agroindustri, jika harga pada waktu  $T$  yang akan datang jatuh dibawah nilai batas bawah (BB),

$$\text{yang mana } BB = \exp \left( \log H_0 + \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T - k \sigma \sqrt{T} \right), \text{ maka}$$

petani akan menerima harga sebesar BB. Akan tetapi jika harga pada waktu  $T$  ( $H_T$ ) yang akan datang naik hingga malampaui batas atas selang yaitu BA, sedangkan diketahui

$$BA = \exp \left( \log H_0 + \left( \mu + \frac{\sigma^2}{2} \right) T + k \sigma \sqrt{T} \right), \text{ maka}$$

petani menerima harga hanya sebesar BA. Selisih antara harga tersebut dan BA adalah besarnya kompensasi yang dibayar petani kepada penerima alih risiko (investor), atas perlindungan yang diterimanya jika harga pada suatu saat jatuh hingga di bawah BB.

#### B. Volatilitas Efektif pada Sistem Alih Risiko

Jika keuntungan didefinisikan sebagai selisih antara harga efektif yang diterima petani pada waktu  $T$  dan harga harapan (harga yang diprediksi) pada waktu  $T$  ( $E[H_T]$ ), Misalkan  $H_1$  adalah harga aktual aset di bawah BB,  $H_2$  adalah harga aktual aset antara batas BB dan BA, dan  $H_3$  adalah harga aktual di atas BA, semuanya itu adalah mungkin terjadi di waktu  $T$  yang akan datang. Secara ringkas ditulis sebagai berikut,  $H_1 < BB < H_2 < BA < H_3$ .

$$\text{Oleh Karen } E(H_T) = H_0 e^{\mu T}, \quad BB = H_0 e^{(\mu - \frac{\sigma^2}{2})T - k \sigma \sqrt{T}},$$

dan  $BA = H_0 e^{(\mu + \frac{\sigma^2}{2})T + k \sigma \sqrt{T}}$  maka berarti juga bahwa,  $H_1 < BB < E[HT] < BA < H_3$ . Misalkan bahwa  $\mu^* = E[H_T]$ , dan berlaku pertidaksamaan berikut  $(H_1 - \mu^*)^2 > (BB - \mu^*)^2$  demikian pula  $(H_3 - \mu^*)^2 > (BA - \mu^*)^2$

Jika  $\sigma_{awal}$  adalah volatilitas sebelum adanya alih risiko,  $\sigma_{baru}$  adalah volatilitas yang diterima dengan strategi alih risiko dan  $\phi(H)$  adalah fungsi kepekatkan peluang untuk harga aset pada waktu  $T$  yang akan datang, maka berlaku

$$\begin{aligned}
 \sigma_{awal}^2 &= \int_0^{\infty} (H - \mu^*)^2 \phi(H) dH \\
 &= \int_0^{BB} (H_1 - \mu^*)^2 \phi(H_1) dH_1 + \int_{BB}^{BA} (H_2 - \mu^*)^2 \phi(H_2) dH_2 \\
 &+ \int_{BA}^{\infty} (H_3 - \mu^*)^2 \phi(H_3) dH_3 \\
 &> \int_0^{BB} (BB - \mu^*)^2 \phi(H_1) dH_1 + \int_{BB}^{BA} (H_2 - \mu^*)^2 \phi(H_2) dH_2 \\
 &+ \int_{BA}^{\infty} (BA - \mu^*)^2 \phi(H_3) dH_3 \\
 &= \sigma_{baru}^2
 \end{aligned}
 \tag{20}$$

Jadi dari argumentasi di atas dapatlah disimpulkan, bahwa

$$\sigma_{awal} > \sigma_{baru}$$

Oleh karena itu dengan strategi alih risiko dapat dijamin bahwa, volatilitas harga yang akan diterima pihak penjual akan berkurang. Hal ini juga berarti bahwa risiko yang akan diterima penjual tersebut akibat fluktuasi harga aset akan berkurang.

### C. Nilai Intrumen Investasi Alih Risiko

Strategi alih risiko mengalihkan sebagian risiko yang akan diterima petani di pasar aset, ke pasar finansial melalui suatu instrumen investasi kepada investor. Salah satu pertimbangan yang penting bagi investor yang rasional untuk bersedia menanamkan dananya pada instrumen investasi tersebut, adalah jika instrumen itu memberikan keuntungan yang positif dalam jangka panjang [4].

Investor adalah pihak yang menerima risiko (memegang instrumen alih risiko), sedangkan pihak penjual adalah yang mengalihkan risiko (melalui instrument tersebut) sehingga menerima manfaat berupa berkurangnya volatilitas harga aset yang dimilikinya. Oleh karena itu bila dipandang dari sisi investor, -yang diasumsikan bertindak rasional-, maka yang diinginkan adalah instrumen alih risiko ini bernilai positif dalam jangka panjang atau secara rata-rata.

Argumentasi matematis berikut ini akan menjelaskan, apakah investor akan menerima aliran dana yang positif dalam jangka panjang, bila berinvestasi dalam instrumen keuangan alih risiko.

Berdasarkan ekspresi (17) diketahui bahwa logaritma dari suatu harga aset pada waktu  $T$  yang akan datang ( $\log H_T$ ) adalah menyebar normal. Misalkan bahwa  $\mu' = E[\log H_T]$  dan  $\sigma' = \sqrt{\text{var} \log H_T}$ , dimana  $\text{var}(\log H_T)$  adalah ragam peubah acak  $\log H_T$ . Didefinisikan batas bawah  $\log H_T$  yang dinotasikan oleh  $BB^*$  dan batas atas  $\log H_T$  yang dinotasikan oleh  $BA^*$ , yaitu sebagai berikut:

$$BB^* = \mu' - k\sigma' \text{ dan } BA^* = \mu' + k\sigma', \text{ dimana } k > 0. \dots\dots \tag{21}$$

Didefinisikan bahwa  $\psi(\log H_T)$  adalah suatu fungsi yang ditulis sebagai berikut:

$$\psi(\log H_T) = \begin{cases} -BB^* - \log H_T e^{-rT}, & \text{jika } \log H_T < BB^* \\ 0, & \text{jika } BB^* \leq \log H_T \leq BA^* \\ \log H_T - BA^* e^{-rT}, & \text{jika } \log H_T > BA^* \end{cases}
 \tag{22}$$

dimana  $r$  adalah suku bunga bebas risiko yang dimajemukkan secara kontinu. Oleh karena  $\log H_T$  adalah peubah acak yang menyebar normal dengan rata-rata  $\mu'$  dan simpangan baku  $\sigma'$ , maka  $\log H_T$  secara umum dapat dinyatakan dalam bentuk  $\log H_T = \mu' + p \sigma'$  dan  $p$  adalah nilai peubah acak  $Z$  yang menyebar normal baku, atau ditulis sebagai  $Z \sim N(0, 1)$ . Jika  $\log H_T < BB^*$ , maka  $\log H_T$  dapat ditulis menjadi

$$\log H_T = \mu' - p \sigma', \text{ dimana } p > k \dots\dots\dots \tag{23}$$

Demikian pula jika  $\log H_T > BA^*$ , maka  $\log H_T$  dapat ditulis menjadi

$$\log H_T = \mu' + p \sigma', \text{ dimana } p > k \dots\dots\dots \tag{24}$$

Telah diterangkan sebelumnya bahwa  $\log H_T$  adalah peubah acak yang menyebar normal, dan misalkan bahwa peluang  $\log H_T$  berada di antara selang  $BB^*$  dan  $BA^*$  adalah  $1-\alpha$  atau ditulis sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
 \Pr(BB^* \leq \log H_T \leq BA^*) &= \Pr(\mu' - k\sigma' \leq \mu' + p\sigma' \leq \mu' + k\sigma') \\
 &= \Pr(-k \leq p \leq k) = 1-\alpha \dots\dots\dots \tag{25}
 \end{aligned}$$

yang mana  $0 < \alpha < 1$ . Persamaan (25) berimplikasi

$$\Pr(\log H_T < BB^*) = \Pr(p < -k) = \alpha/2 \dots\dots\dots \tag{26}$$

$$\Pr(\log H_T > BA^*) = \Pr(p > k) = \alpha/2 \dots\dots\dots \tag{27}$$

Harga aset pada waktu  $T$  yang akan datang diperoleh dengan mengeksponenkan peubah acak  $\log H_T$  menjadi  $H_T$ . Oleh karena  $\log H_T$  menyebar normal, maka  $H_T$  adalah peubah acak yang menyebar LogNormal. Fungsi aliran dana – selanjutnya disebut sebagai nilai instrumen jangka panjang- yang diterima investor bila menanamkan dananya pada instrumen keuangan alih risiko, diekspresikan sebagai berikut,

$$K(H_T) = \begin{cases} -e^{BB^*} - H_T e^{-rT}, & \text{jika } H_T < e^{BB^*} \\ 0, & \text{jika } e^{BB^*} \leq H_T \leq e^{BA^*} \\ H_T - e^{BA^*} e^{-rT}, & \text{jika } H_T > e^{BA^*} \end{cases}
 \tag{28}$$

Diketahui bahwa  $e^{BB^*} = BB$  dan  $e^{BA^*} = BA$ .  $BB$  adalah batas bawah dan  $BA$  adalah batas atas harga aset pada waktu  $T$ .

Implikasi dari persamaan (25), (26) dan (27) adalah,

$$\Pr(H_T < BB) = \Pr(H_T < e^{BB^*}) = \Pr(\log H_T < BB^*) = \alpha/2 \quad (29)$$

$$\Pr(H_T > BA) = \Pr(H_T > e^{BA^*}) = \Pr(\log H_T > BA^*) = \alpha/2 \quad (30)$$

$$\Pr(BB < H_T < BA) = \Pr(e^{BB^*} < H_T < e^{BA^*}) = \Pr(BB^* \leq \log H_T \leq BA^*) = 1 - \alpha, \quad (31)$$

Berdasarkan persamaan (21), (23) dan (24) diperoleh

$$BB = e^{BB^*} = e^{\mu' - k\sigma'}, \text{ serta } BA = e^{BA^*} = e^{\mu' + k\sigma'} \quad (32)$$

Sehingga untuk  $H_T < BB$ , diperoleh

$$H_T = e^{\mu' - p\sigma'} \quad (33)$$

Sedangkan, untuk  $H_T > BA$ , diperoleh

$$H_T = e^{\mu' + p\sigma'} \quad (34)$$

Dalam jangka panjang, secara rata-rata aliran dana yang diterima investor yang menanamkan dananya pada instrumen investasi keuangan alih risiko, merupakan nilai harapan dari fungsi nilai instrumen jangka panjang,  $K(H_T)$  yang ditulis sebagai  $E[K(H_T)]$ , dimana

$$\begin{aligned} E[K(H_T)] &= \int_0^{BB} -(BB - H_T) e^{-rT} \phi^*(H_T) dH_T + 0(1 - \alpha) + \int_{BA}^{\infty} (H_T - BA) e^{-rT} \phi^*(H_T) dH_T \\ &= e^{-rT} \left[ -BB \int_0^{BB} \phi^*(H_T) dH_T + \int_0^{BB} H_T \phi^*(H_T) dH_T + \int_{BA}^{\infty} H_T \phi^*(H_T) dH_T - \right. \\ &\quad \left. BA \int_{BA}^{\infty} \phi^*(H_T) dH_T \right] \end{aligned}$$

dimana  $\phi^*(H_T)$  adalah fungsi kepekatan peluang LN ( $\mu'$ ,  $\sigma'$ ).

Berdasarkan persamaan (29) dan (30) diketahui bahwa,

$$\int_0^{BB} \phi^*(H_T) dH_T = \frac{\alpha}{2}, \text{ dan } \int_{BA}^{\infty} \phi^*(H_T) dH_T = \frac{\alpha}{2}$$

sehingga

$$\begin{aligned} E[K(H_T)] &= e^{-rT} \left[ -(BB + BA) \frac{\alpha}{2} + \int_0^{BB} H_T \phi^*(H_T) dH_T + \int_{BA}^{\infty} H_T \phi^*(H_T) dH_T \right] \\ &= e^{-rT} \left[ -(e^{\mu' - k\sigma'} + e^{\mu' + k\sigma'}) \frac{\alpha}{2} + \int_0^{BB} H_T \phi^*(H_T) dH_T + \int_{BA}^{\infty} H_T \phi^*(H_T) dH_T \right] \\ &= -\alpha e^{\mu' - rT} \cosh(k\sigma') + e^{-rT} \left[ \int_0^{BB} H_T \phi^*(H_T) dH_T + \int_{BA}^{\infty} H_T \phi^*(H_T) dH_T \right] \end{aligned}$$

Dua komponen terakhir dari ruas kanan persamaan di atas, diperoleh sebagai berikut

$$\int_0^{BB} H_T \phi^*(H_T) dH_T + \int_{BA}^{\infty} H_T \phi^*(H_T) dH_T = \frac{1}{2} e^{\frac{\mu'^2 - \sigma'^2}{2}} \left[ 1 + \operatorname{erfc}\left(\frac{\sigma' + k}{\sqrt{2}}\right) + \operatorname{erf}\left(\frac{\sigma' - k}{\sqrt{2}}\right) \right]$$

Fungsi *erf* dan *erfc* berturut-turut adalah fungsi error dan komplemen fungsi error, yang didefinisikan oleh

$$\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-z^2} dz \text{ dan } \operatorname{erfc}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-z^2} dz.$$

Sedangkan diketahui bahwa

$$\frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{\sqrt{2}}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \Pr(Z > x), \text{ dimana } Z \sim$$

$N(0, 1)$ . Berdasarkan hal tersebut dan merujuk pada persamaan

$$(26) \text{ maupun } (27) \text{ diperoleh } \alpha = \operatorname{erfc}\left(\frac{k}{\sqrt{2}}\right).$$

Jadi nilai harapan dari aliran dana jangka panjang yang akan diperoleh investor, adalah sebagai berikut

$$E[K(H_T)] = -e^{\mu' - rT} \operatorname{erfc}\left(\frac{k}{\sqrt{2}}\right) \cosh(k\sigma') + \frac{1}{2} e^{\mu' + \frac{\sigma'^2}{2} - rT} \left[ 1 + \operatorname{erfc}\left(\frac{\sigma' + k}{\sqrt{2}}\right) + \operatorname{erf}\left(\frac{\sigma' - k}{\sqrt{2}}\right) \right] \quad (35)$$

Terlihat jelas pada persamaan (35) di atas bahwa nilai instrumen dalam jangka panjang ditentukan oleh lebar "Pita Risiko" ( $k$ ) dan volatilitas harga asetnya ( $\sigma'$ ), pada  $\mu'$  dan  $r$  tertentu. Sehingga persamaan (35) dapat dipandang sebagai fungsi nilai instrumen alih risiko dalam jangka panjang, ditulis  $K(\sigma', k)$ , dan ditulis kembali sebagai berikut:

$$K(\sigma', k | \mu', r) = e^{\mu' - rT} \left\{ \frac{1}{2} e^{\frac{\sigma'^2}{2}} \left[ 1 + \operatorname{erfc}\left(\frac{\sigma' + k}{\sqrt{2}}\right) + \operatorname{erf}\left(\frac{\sigma' - k}{\sqrt{2}}\right) \right] - \operatorname{erfc}\left(\frac{k}{\sqrt{2}}\right) \cosh(k\sigma') \right\} \quad (36)$$

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya bahwa  $\mu' = E[\log H_T]$  sedangkan  $\sigma' = \sqrt{\operatorname{var}(\log H_T)}$ , dan berdasarkan

ekspresi (17) diketahui  $\mu' = \log H_0 + \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T$  dan

$\sigma' = \sigma \sqrt{T}$ . Jadi persamaan (36) dapat ditulis kembali menjadi

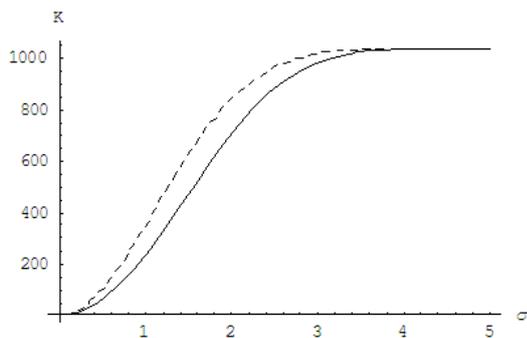
$$\begin{aligned} K(\sigma, k | \mu, r, H_0, T) &= H_0 e^{\frac{(\mu - \frac{\sigma^2}{2} - r)T}{2}} \left\{ \frac{1}{2} e^{\frac{\sigma^2 T}{2}} \left[ 1 + \operatorname{erfc}\left(\frac{\sigma \sqrt{T} + k}{\sqrt{2}}\right) + \right. \right. \\ &\quad \left. \left. \operatorname{erf}\left(\frac{\sigma \sqrt{T} - k}{\sqrt{2}}\right) \right] - \operatorname{erfc}\left(\frac{k}{\sqrt{2}}\right) \cosh(k\sigma \sqrt{T}) \right\} \quad (37) \end{aligned}$$

Tabel 1 berikut ini menyajikan besarnya nilai  $K(\sigma, k)$  dalam jangka panjang (Rp per unit) untuk berbagai nilai  $\sigma$ , pada nilai-nilai  $k$  tertentu (1.0 dan 0.5), harga awal  $H_0 = 1000$ , tingkat pertumbuhan harga –dimajemukkan secara kontinu-  $\mu = 0.10$ , dan suku bunga bebas risiko –dimajemukkan secara kontinyu-  $r = 0.06$ , dan waktu  $T = 1$  tahun

TABLE I. KEUNTUNGAN JANGKA PANJANG PADA  $k = 1$  DAN  $k = 0.5$ , UNTUK BERBAGAI NILAI  $\sigma$

$\sigma$	Nilai $K(\sigma, 1)$	Nilai $K(\sigma, 0.5)$
0.05	0.6295	1.0596
0.10	2.5170	4.2323
0.15	5.6592	9.4991
0.20	10.0505	16.8291
0.25	15.6831	26.1792
0.30	22.5468	37.4946
0.35	30.6286	50.7095
0.40	39.9130	65.7475
0.45	50.3814	82.5227
0.50	62.0122	100.9400
0.55	74.7806	120.8960
0.60	88.6582	142.2800
0.65	103.6130	164.9760
0.70	119.6100	188.8610
0.75	136.6090	213.8100
0.80	154.5670	239.6940
0.85	173.4360	266.3820
0.90	193.1660	293.7410

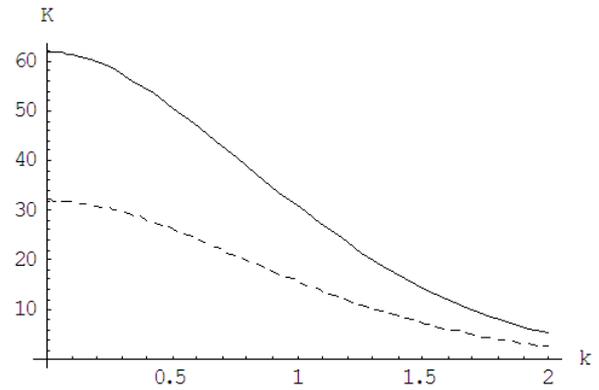
Gambar di bawah ini menyajikan hubungan antara nilai instrumen alih risiko dalam jangka panjang,  $K(\sigma, k)$  dan volatilitas ( $\sigma$ ). Garis putus-putus untuk  $k = 0.5$  dan garis solid hitam untuk  $k = 1$ .



Gambar 3

Gambar 3 memperlihatkan bahwa fungsi  $K(\sigma, k)$  akan selalu memberikan nilai yang positif untuk berbagai nilai  $k$  dan  $\sigma$ . Hubungan antara nilai tersebut terhadap  $\sigma$  berbentuk huruf S, dan maksimal nilai  $K(\sigma, k)$  adalah sama dengan harga aset saat ini  $H_0$  (pada waktu  $t = 0$ ). Semakin kecil lebar "Pita Risiko"  $k$  yang dipilih (ditunjukkan oleh garis putus-putus) akan memberikan nilai yang semakin besar kepada investor dalam jangka panjangnya, dan sekaligus juga dapat diperlihatkan bahwa, volatilitas harga yang diterima petani tentunya akan semakin rendah.

Gambar 4 di bawah ini menyajikan grafik hubungan antara nilai jangka panjang yang akan diterima investor dan lebar "Pita Risiko"-nya ( $k$ ). Garis putus-putus merepresentasikan volatilitas yang lebih rendah (dalam hal ini  $\sigma = 0.25$ ), dan garis solid hitam merepresentasikan volatilitas yang lebih tinggi ( $\sigma = 0.35$ ). Gambar 4 mempertegas kenyataan bahwa semakin besar lebar risiko ( $k$ ), akan semakin rendah nilai jangka panjang instrumen alih risiko ( $K$ ) yang akan diperoleh investor, untuk suatu tingkat volatilitas tertentu. Nilai  $K$  akan semakin dekat dengan 0 untuk  $k$  yang semakin besar.

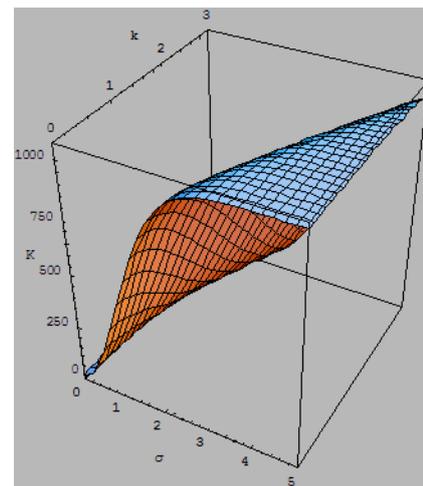


Gambar 4

Gambar 5 memberikan grafik tiga dimensi, untuk fungsi peubah ganda  $K(\sigma, k)$  yang mana  $K$  merupakan fungsi dari dua peubah  $\sigma$  dan  $k$ . Grafik ini mengevaluasi hubungan  $K$  dan  $\sigma$  serta  $k$  sekaligus pada selang 0 sampai dengan 5 untuk  $\sigma$  dan 0 sampai 3 untuk  $k$ .

Grafik pada Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai jangka panjang instrumen alih risiko tidak mungkin negatif pada sembarang  $\sigma$  dan  $k$  –yang tentunya juga tidak pernah negatif-. Nilai semakin besar jika  $\sigma$  semakin besar dan  $k$  yang dipilih semakin kecil, maksimal nilai  $K$  yang dapat dicapai adalah sama dengan harga aset saat itu –dalam kasus ini  $H_0 = 1000$ -

Memperbesar "Pita Risiko" nampaknya akan menekan nilai  $K$  tetapi semakin sedikit risiko yang dialihkan –berarti juga nilai yang dialihkan dari petani ke investor-. Demikian pula dengan mempersempit "Pita Risiko" –berarti juga menekan volatilitas harga aset yang dihadapi petani-, akan meningkatkan nilai instrumen dalam jangka panjang yang akan diterima investor –berarti juga semakin besar aliran dana jangka panjang petani yang dialihkan ke investor-. Masalah yang saling bertentangan ini perlu dicari titik optimalnya berdasarkan kasus yang dihadapi.



Gambar 5

D. Lebar atas ( $k_1$ ) dan lebar bawah ( $k_2$ ) tidak sama

Persamaan (32) mendefinisikan batas atas (BA) dan batas bawah (BB) dengan suatu nilai  $k$  tertentu dan  $k > 0$ . Apabila

nilai  $k$  pada BA dan BB ditetapkan tidak sama, masing-masing adalah  $k_1$  untuk BA dan  $k_2$  untuk BB, yang mana  $k_1$  dan  $k_2$  keduanya masing-masing lebih besar dari nol. BA dan BB ditulis ulang sebagai berikut:

$$BA = e^{BA^*} = e^{\mu'+k_1\sigma'}, \text{ dan } BB = e^{BB^*} = e^{\mu'-k_2\sigma'} \dots \quad (38)$$

Komponen  $e^{-rT} - BB \int_0^{BB} \phi^*(H_T) dH_T - BA \int_{BA}^{\infty} \phi^*(H_T) dH_T$  dari fungsi nilai harapan  $E[K(H_T)]$ , akan diperoleh sebagai berikut:

$$e^{-rT} \left( -\frac{1}{2} e^{\mu'+\sigma'k_1} \operatorname{erfc}\left(\frac{k_1}{\sqrt{2}}\right) - \frac{1}{2} e^{\mu'-\sigma'k_2} \operatorname{erfc}\left(\frac{k_2}{\sqrt{2}}\right) \right) \dots \quad (39)$$

Sedangkan komponen  $\int_0^{BB} H_T \phi^*(H_T) dH_T + \int_{BA}^{\infty} H_T \phi^*(H_T) dH_T$

akan diperoleh sebagai berikut:

$$\int_0^{BB} H_T \phi^*(H_T) dH_T + \int_{BA}^{\infty} H_T \phi^*(H_T) dH_T = \frac{1}{2} e^{\frac{\mu'+\sigma'^2}{2}-rT} \left( 1 + \operatorname{erf}\left(\frac{\sigma'-k_1}{\sqrt{2}}\right) + \operatorname{erfc}\left(\frac{\sigma'+k_2}{\sqrt{2}}\right) \right) \dots \quad (40)$$

Jadi nilai harapan dari aliran dana jangka panjang yang akan diperoleh investor seperti persamaan (35), ditulis kembali sebagai berikut:

$$E[K(H_T)] = \frac{1}{2} e^{\mu'-rT} \left( -e^{\sigma'k_1} \operatorname{erfc}\left(\frac{k_1}{\sqrt{2}}\right) - e^{-\sigma'k_2} \operatorname{erfc}\left(\frac{k_2}{\sqrt{2}}\right) + e^{\frac{\sigma'^2}{2}} \left[ 1 + \operatorname{erf}\left(\frac{\sigma'-k_1}{\sqrt{2}}\right) + \operatorname{erfc}\left(\frac{\sigma'+k_2}{\sqrt{2}}\right) \right] \right) \dots \quad (41)$$

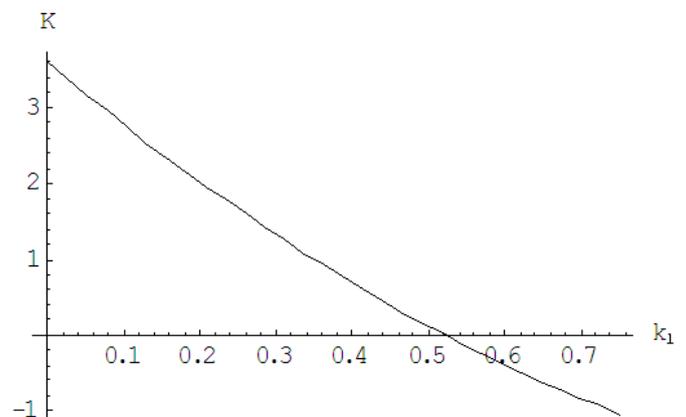
Sebagaimana sebelumnya telah didefinisikan bahwa,  $\mu' = \ln H_0 + \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T$  dan  $\sigma' = \sigma \sqrt{T}$ . Jadi fungsi nilai instrumen alih risiko, untuk lebar atas ( $k_1$ ) dan lebar bawah ( $k_2$ ) tidak sama, diperoleh sebagai berikut:

$$K(\sigma, k_1, k_2 | \mu, r, H_0, T) = \frac{1}{2} H_0 e^{(\mu - \frac{\sigma^2}{2} - r)T} \left( -e^{k_1 \sigma \sqrt{T}} \operatorname{erfc}\left(\frac{k_1}{\sqrt{2}}\right) - e^{-k_2 \sigma \sqrt{T}} \operatorname{erfc}\left(\frac{k_2}{\sqrt{2}}\right) + e^{\frac{\sigma^2 T}{2}} \left[ 1 + \operatorname{erf}\left(\frac{\sigma \sqrt{T} - k_1}{\sqrt{2}}\right) + \operatorname{erfc}\left(\frac{\sigma \sqrt{T} + k_2}{\sqrt{2}}\right) \right] \right) \dots \quad (42)$$

Fungsi nilai instrumen  $K$  dinyatakan dalam peubah  $\sigma$  (volatilitas),  $k_1$  (lebar atas "Pita Risiko") dan  $k_2$  (lebar bawah "Pita Risiko"), sedangkan parameter-parameter lain dibuat konstan.

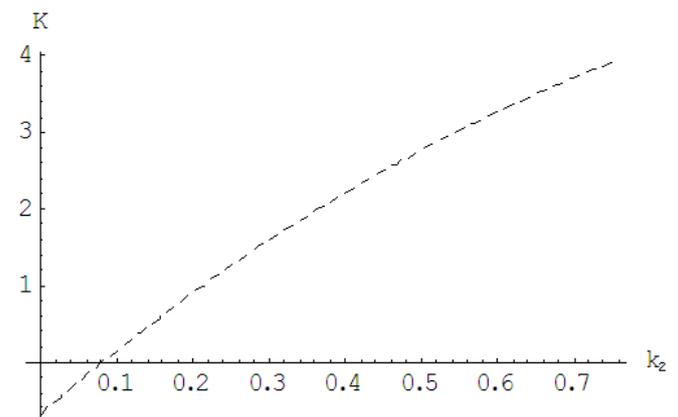
Grafik yang diperagakan oleh Gambar 6 dan juga 7 dibuat dengan menetapkan nilai  $r = 0,06$ ,  $T = 60/252$ ,  $H_0 = 1.000$  dan  $\mu = 0,10$ . Penetapan nilai ini dibuat agar fungsi empat dimensi  $K$ , dapat digambarkan dalam bidang dua dimensi. Grafik pada

Gambar 6 dibuat dengan nilai  $k_2$  tetap, sedangkan grafik pada Gambar 7 dibuat dengan nilai  $k_1$  tetap. Grafik yang diperagakan oleh Gambar 6 di bawah ini, memberikan hubungan antara  $k_1$  dan  $K$ , dengan nilai  $k_2$  dibuat tetap yaitu 0.50.



Gambar 6

Pada grafik terlihat bahwa nilai  $K$  akan semakin rendah, dengan semakin besarnya nilai  $k_1$ . Nilai  $K$  –fungsi nilai instrumen alih risiko jual- menjadi negatif untuk  $k_1 > k_2$ . Jadi agar investor -yang rasional- bersedia berinvestasi pada instrumen alih risiko ini, maka dibuat sedemikian sehingga  $k_1 < k_2$ . Gambar 7 menguatkan pernyataan terakhir tersebut.



Gambar 7

Grafik pada Gambar 7 memperagakan hubungan  $k_2$  dan  $K$  dengan nilai  $k_1$  dibuat tetap yaitu sama dengan 0.10. Nilai  $K$  akan semakin rendah dengan semakin berkurangnya nilai  $k_2$ , dan  $K$  menjadi negatif bila  $k_2 < k_1$ . Sehingga agar nilai  $K$  dijamin positif, maka dibuatlah sedemikian sehingga  $k_1 < k_2$ .

#### IV. SIMPULAN

##### A. Simpulan

Model alih risiko didasari oleh teori pergerakan harga aset, yang dimodelkan oleh gerak Brownian Geometrik. Berdasarkan teori tersebut dikembangkan suatu model "Pita Risiko" yang membatasi pergerakan harga. "Pita Risiko" ini dimodelkan sebagai suatu selang harga.

Batas atas dan batas bawah selang yang ditunjukkan oleh model “Pita Risiko” di atas, merupakan batas atas dan batas bawah harga efektif yang diterima. Jika harga pada waktu  $T$  ( $H_T$ ) yang akan datang jatuh dibawah nilai batas bawah, maka harga yang diterima adalah sebesar  $BB$ . Akan tetapi jika harga pada waktu  $T$  ( $H_T$ ) yang akan datang naik hingga melampaui batas atas  $BA$ , maka harga yang diterima sebesar  $BA$ . Selisih antara harga tersebut dan  $BA$  adalah besarnya kompensasi yang dibayar penjual kepada penerima risiko (investor), atas perlindungan yang diterimanya jika harga pada suatu saat jatuh hingga dibawah  $BB$ .

Berdasarkan model ini telah dibuktikan secara analitik, harga efektif yang dihadapi penjual, volatilitasnya menjadi berkurang (risiko berkurang).

Nilai instrumen alih risiko dalam jangka panjang, merupakan fungsi dari  $\sigma$  (volatilitas) dan lebar selang ( $k$ ). Dengan simulasi nilai instrumen ini dapat diperlihatkan positif dalam jangka panjang. Jika lebar atas ( $k_1$ ) dan lebar bawah ( $k_2$ ) dari “Pita Risiko” dibuat tidak sama, maka agar nilai instrumen alih risiko jual bernilai positif haruslah  $k_1 < k_2$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M.S. Baes. Insurance in emerging markets: sound development; Greenfield for agricultural insurance, Swiss Re, Sigma No. 1/2007. 2007
- [2] A. Durrer, Insurance Derivatives and Securitization: New Hedging Perspectives For The US Catastrophe Insurance Market? Swiss Re, Sigma No. 5/1996.
- [3] D.C. Montgomery, Statistical Quality Control : A Modern Introduction. John Wiley and Sons, Inc. Asia. 2009.
- [4] G.E. Rejda, Principles of Risk Management and Insurance, Seventh Edition. Addison Wesley Longman, Inc. USA. 2001.
- [5] R. Helfenstein, T. Holzheu, and K. Karl, Securitization – new opportunities for insurers and investors. Sigma Swiss Re. No. 7/2006.
- [6] J. C. Hull, Option, Futures, and Other Derivatives , 8<sup>th</sup> edition. Prentice-Hall International, Inc., London. 2011.

# Komparasi Model *Hierarchical* Bayesian Berbasis Log-normal Tiga Parameter dan Log-logistik Tiga Parameter untuk Estimasi Pengeluaran Perkapita Rumah Tangga

Pudji Ismartini<sup>1</sup>

Jurusan Statistika, FMIPA  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya, Indonesia

[ismartini09@yahoo.com](mailto:ismartini09@yahoo.com), [ismartini@bps.go.id](mailto:ismartini@bps.go.id)

Nur Iriawan<sup>2</sup>, Setiawan<sup>3</sup>, Brodjol Sutijo Supri Ulama<sup>4</sup>

Jurusan Statistika, FMIPA  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya, Indonesia

[nur\\_i@statistika.its.ac.id](mailto:nur_i@statistika.its.ac.id), [setiawan@statistika.its.ac.id](mailto:setiawan@statistika.its.ac.id),  
[brodjol\\_su@statistika.its.ac.id](mailto:brodjol_su@statistika.its.ac.id)

**Abstract**—Tujuan dari pembangunan nasional adalah meningkatkan kesejahteraan penduduk. Pada umumnya, analisis tentang tingkat kesejahteraan tersebut menggunakan pendekatan pengeluaran rumahtangga. Oleh karena data rumahtangga berstruktur hirarki maka analisis yang dilakukan harus memperhitungkan struktur hirarki dari data. Struktur hirarki dari data tersebut membawa konsekuensi pada kompleksitas model. Oleh karena itu, metode Bayesian merupakan salah satu alternatif metode untuk mendapatkan solusi penduga parameter dari model yang kompleks. Berdasarkan pola distribusi data pengeluaran perkapita rumahtangga yang *skewed* kanan, maka distribusi yang sesuai diantaranya adalah distribusi Log-normal dan Log-logistik. Paper ini akan memodelkan data pengeluaran perkapita rumahtangga di Jawa Tengah dengan menggunakan *hierarchical* model dua tingkat berbasis distribusi Log-normal dan Log-logistik. Selanjutnya dilakukan komparasi dari hasil estimasi kedua model tersebut untuk mendapatkan model terbaik. Hasil menunjukkan model Log-logistik memberikan hasil yang sedikit lebih baik dibandingkan model Log-normal.

**Keywords**—component; *Hierarchical Bayesian Model*; Log-logistik tergeneralisir; Pengeluaran perkapita rumahtangga

## I. LATAR BELAKANG

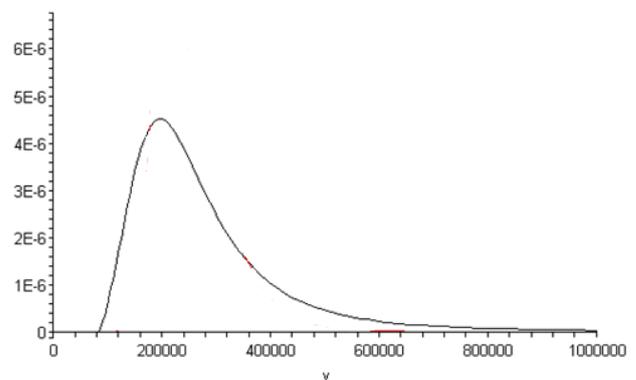
Analisis tingkat kesejahteraan rumahtangga sangat diperlukan oleh pemerintah dalam rangka formulasi, pelaksanaan dan evaluasi kebijakan pemerintah. Dimana tingkat kesejahteraan rumahtangga identik dengan tingkat pendapatan rumahtangga. Namun demikian, pada umumnya analisis tingkat kesejahteraan rumahtangga tersebut menggunakan pendekatan pengeluaran rumahtangga. Hal ini didasarkan karena informasi pendapatan rumahtangga umumnya sulit diukur secara akurat, terutama pada negara berkembang seperti Indonesia.

Seperti pada data sosial pada umumnya, data pengeluaran rumahtangga memiliki struktur berhirarki dimana rumahtangga tersarang pada wilayah tempat tinggalnya. Goldstein [1] menyatakan bahwa struktur hirarki dari data tersebut tidak

boleh diabaikan begitu saja. Hal tersebut dapat menyebabkan standard error yang bias [2] dan [3]. Oleh karena itu diperlukan analisis dengan menggunakan *Hierarchical* model (HM) yang melibatkan dua atau lebih tingkat hubungan antar variabel dan parameter. Untuk kasus pengeluaran perkapita rumahtangga, analisis ini mengarah pada analisis dari interaksi antara karakteristik rumahtangga dan karakteristik komunitas/wilayah.

*Hierarchical* model telah banyak digunakan pada berbagai bidang penelitian seperti bidang pendidikan untuk meneliti kemampuan siswa di beberapa sekolah berdasarkan karakteristik siswa yang bersangkutan dan karakteristik sekolah [4], [5], dan [6]. Implementasi HM di bidang kesehatan, diantaranya telah dilakukan untuk meneliti pengaruh terapi tertentu terhadap pasien dengan menggunakan karakteristik pasien dan karakteristik rumahsakit [7].

Data pengeluaran rumahtangga memiliki karakteristik khusus seperti nilai yang selalu positif dengan pola distribusi yang memanjang disebelah kanan (*long right tail*) atau distribusi *skewed* kanan. Yang termasuk distribusi *skewed* kanan tersebut, diantaranya adalah distribusi Log-normal dan distribusi Log-logistik. Gambar 1 menunjukkan pola data pengeluaran perkapita yang berdistribusi *skewed* kanan.



Gambar 1. Pola Distribusi Pengeluaran Perkapita Rumahtangga

Distribusi Log-normal dan Log-logistik yang digunakan untuk menggambarkan pola distribusi data pengeluaran perkapita rumahtangga adalah distribusi Log-normal tiga parameter (LN3) dan distribusi Log-logistik tiga parameter (LLD3). Fungsi peluang densitas (pdf) dari distribusi LN3 dinyatakan dalam persamaan (1) sedangkan pdf distribusi LLD3 dinyatakan pada persamaan (2).

$$f(y | \mu, \sigma^2, \lambda) = \frac{1}{(y - \lambda)\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(\log(y - \lambda) - \mu)^2\right] \quad (1)$$

$$f(y | \mu, \sigma, \lambda) = \frac{\exp\left(\frac{\log(y - \lambda) - \mu}{\sigma}\right)}{\sigma(y - \lambda) \left[1 + \exp\left(\frac{\log(y - \lambda) - \mu}{\sigma}\right)\right]^2} \quad (2)$$

dimana  $\mu > 0$  adalah parameter lokasi (location),  
 $\sigma > 0$  adalah parameter skala (scale),  
 $\lambda > 0$  adalah parameter batas (threshold),

Pada umumnya HM menggunakan pendekatan klasik pada proses estimasi parameter. Akan tetapi pada kasus model yang kompleks seperti HM, proses estimasi parameter dengan menggunakan pendekatan klasik memiliki tingkat kesulitan yang cukup tinggi [8]. Oleh karena itu, pendekatan Bayesian dapat digunakan sebagai alternatif metode pada estimasi parameter model yang kompleks. Paper ini akan memodelkan data pengeluaran perkapita rumahtangga dengan menggunakan *Hierarchical Bayesian Model* dua tingkat berbasis distribusi LN3 dan LLD3. Selanjutnya dilakukan perbandingan hasil estimasi dari kedua model tersebut.

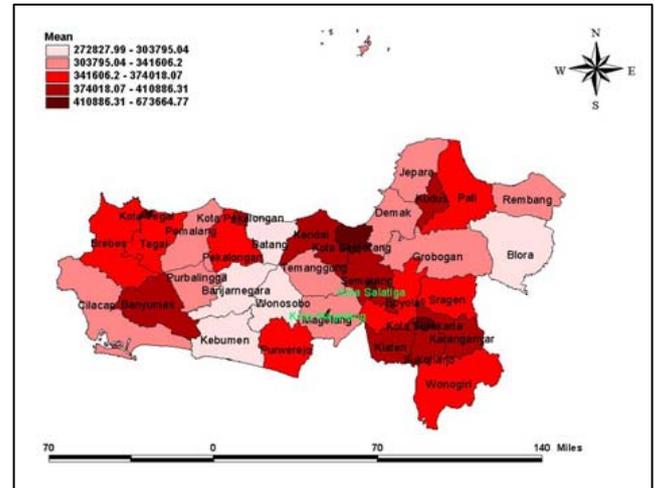
## II. DATA DAN METODE

### A. Deskripsi Data

Penelitian ini akan menggunakan data yang bersumber dari Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2009 dan Potensi Desa (PODES) tahun 2008. Cakupan wilayah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Propinsi Jawa Tengah dengan jumlah kabupaten/kota sebanyak 35. Secara umum, profil tingkat pengeluaran perkapita rumahtangga di masing-masing kabupaten/kota Jawa Tengah dapat terlihat pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan adanya perbedaan rata-rata tingkat pengeluaran perkapita rumahtangga antar kabupaten/kota di Jawa. Hal tersebut merupakan salah satu indikasi diperlukannya *Hierarchical* analisis.

Variabel respon yang akan digunakan adalah pengeluaran perkapita rumahtangga ( $y$ ). Sedangkan prediktor yang akan digunakan adalah variabel pada tingkat rumahtangga ( $\mathbf{X}$ ) dan variabel pada tingkat kabupaten/kota ( $\mathbf{W}$ ). Variabel rumahtangga yang akan digunakan adalah jenis dinding ( $\mathbf{X}_1$ ), jenis lantai rumah ( $\mathbf{X}_2$ ), luas lantai perkapita ( $\mathbf{X}_3$ ), sumber air minum ( $\mathbf{X}_4$ ), penggunaan jamban ( $\mathbf{X}_5$ ), jenis bahan bakar memasak ( $\mathbf{X}_6$ ), jumlah anggota rumahtangga ( $\mathbf{X}_7$ ), tingkat pendidikan kepala rumahtangga ( $\mathbf{X}_8$ ), apakah termasuk rumahtangga tani ( $\mathbf{X}_9$ ). Sedangkan variabel pada tingkat

kabupaten/kota adalah kepadatan penduduk ( $\mathbf{W}_1$ ), rasio SD dan anak usia SD ( $\mathbf{W}_2$ ), rasio SMP dan anak usia SMP ( $\mathbf{W}_3$ ), rasio SMA dan anak usia SMA ( $\mathbf{W}_4$ ), jumlah fasilitas kesehatan ( $\mathbf{W}_5$ ), jumlah tenaga medis ( $\mathbf{W}_6$ ), presentase desa yang memiliki fasilitas telepon umum ( $\mathbf{W}_7$ ), jumlah koperasi ( $\mathbf{W}_8$ ), jumlah industry besar sedang ( $\mathbf{W}_9$ ), jumlah industry kecil kerajinan rumahtangga ( $\mathbf{W}_{10}$ ), produk domestic regional bruto (PDRB) ( $\mathbf{W}_{11}$ ), presentase kontribusi pendapatan asli daerah (PAD) terhadap PDRB ( $\mathbf{W}_{12}$ ).



Gambar 2. Peta Rata-rata Pengeluaran Perkapita Rumahtangga menurut Kabupaten/kota di Jawa Tengah

### B. Hierarchical Linear Model Dua Tingkat

Hierarchical Linear model dua tingkat dibangun dengan menggunakan dua sub model yaitu model mikro (persamaan (3)) dan model makro (persamaan (4)).

$$y_{ij}' = \beta_{0j} + \sum_{k=1}^9 \beta_{kj} \mathbf{X}_{kij} + r_{ij}' \quad (3)$$

$$\beta_{pj} = \gamma_{p0} + \sum_{l=1}^{12} \gamma_{pl} \mathbf{W}_{lj} + u_{pj} \quad (4)$$

dimana  $i$  adalah indeks rumahtangga dan  $i = 1, 2, \dots, n_j$   
 $j$  adalah indeks untuk kabupaten/kota dan  $j = 1, 2, \dots, 35$   
 $p$  adalah indeks mikro prediktor dan  $p = 0, 1, 2, \dots, 9$   
 $l$  adalah indeks makro prediktor dan  $l = 1, 2, \dots, 12$   
 $\beta$  adalah koefisien regresi pada model mikro  
 $\gamma$  adalah koefisien regresi pada model makro  
 $r$  adalah residual pada model mikro  
 $u$  adalah residual pada model makro

### C. Analisis Bayesian

Hal terpenting dalam analisis Bayesian terletak pada distribusi posterior  $f(\boldsymbol{\theta} | \mathbf{y})$ . Berdasarkan aturan probabilitas

dalam teorema Bayes, distribusi posterior dari parameter  $\theta$  dapat dinyatakan dalam persamaan (5) [9]:

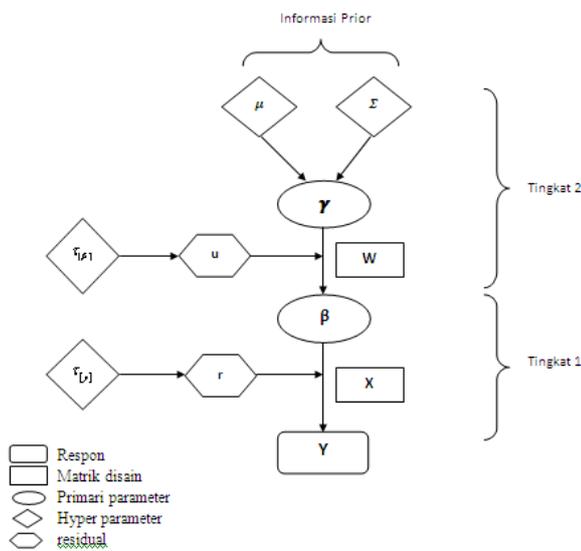
$$f(\theta | y) = \frac{f(y | \theta)f(\theta)}{f(y)} \quad (5)$$

dimana  $f(\theta)$  adalah distribusi prior dari parameter  $\theta$ ,  $f(y | \theta)$  adalah fungsi likelihood data berisi informasi sampel dan penyebut  $f(y)$  adalah suatu konstanta penormal (*normalized constant*) dari persamaan (6). Sehingga bentuk proporsional dari *joint posterior distribution* tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$f(\theta | y) \propto f(y | \theta)f(\theta) \quad (6)$$

Berdasarkan *flowchart* model Hierarchical Bayesian dua tingkat untuk data pengeluaran perkapita rumahtangga di Jawa Tengah (Gambar 3.) maka *Joint posterior distribution* HM dua tingkat untuk data pengeluaran perkapita rumahtangga di Jawa Tengah dapat dinyatakan sebagai berikut [8]:

$$p(\beta, \gamma, \lambda, \tau_{[y]}, \tau_{[\beta]} | y) = \frac{f(y | \beta, \lambda, \tau_{[y]})p_1(\beta | \gamma, \tau_{[\beta]})p_2(\gamma, \lambda, \tau_{[y]}, \tau_{[\beta]})}{p(y)} \quad (7)$$

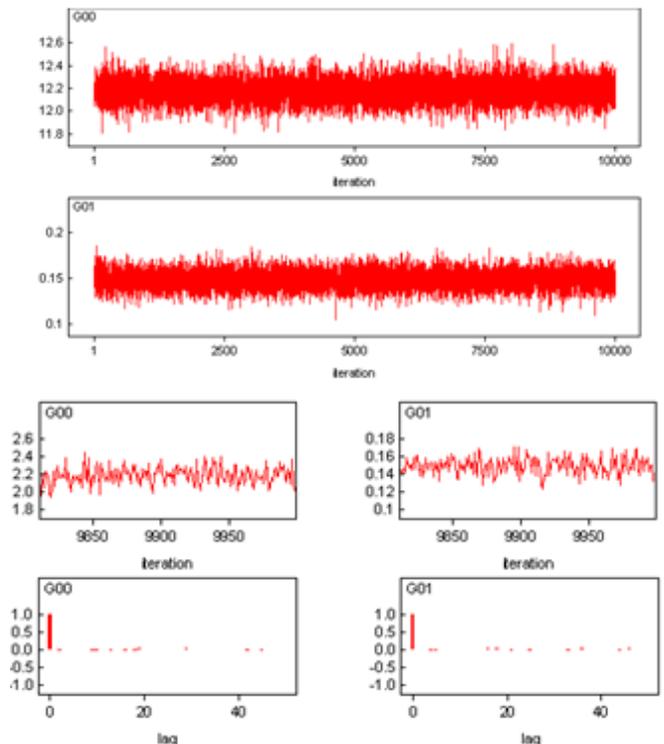


Gambar 3 Flowchart Hierarchical Bayesian Dua Tingkat untuk Pengeluaran Perkapita Rumahtangga di Jawa Tengah

Proses estimasi dilakukan dengan menggunakan Markov Chain Monte Carlo (MCMC) dengan Gibbs Sampling [10]. Estimasi parameter dilakukan melalui fungsi *full conditional Posterior* dari setiap parameter [11] dan [12].

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan iterasi sebanyak 10.000 dan diperoleh hasil yang konvergen untuk parameter model LN3 dan model LLD3. Gambar 4 menunjukkan bahwa proses estimasi parameter pada kedua model dengan sudah memenuhi sifat dari Markov Chain dan nilai yang diestimasi sudah mencapai nilai yang konvergen [12]

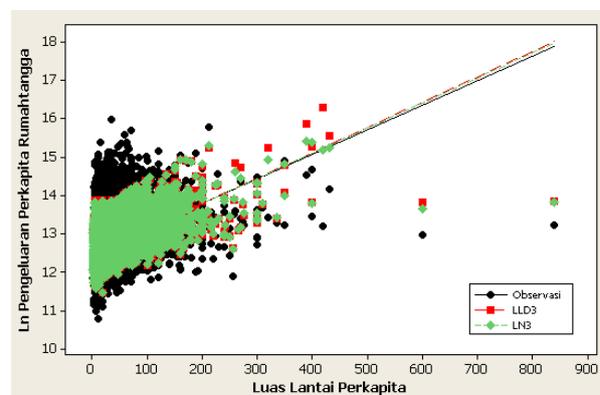


Gambar 4. Grafik Hasil Proses estimasi dengan MCMC

Berdasarkan nilai means square error (MSE) dari model Log-normal tiga parameter (LN3) dan Log-logistik tiga parameter (LLD3) (Tabel 1), model LN3 menghasilkan nilai MSE yang lebih kecil dibandingkan model LLD3. Akan tetapi, berdasarkan nilai deviance, model LLD3 menunjukkan hasil yang sedikit lebih baik dibandingkan model LN3.

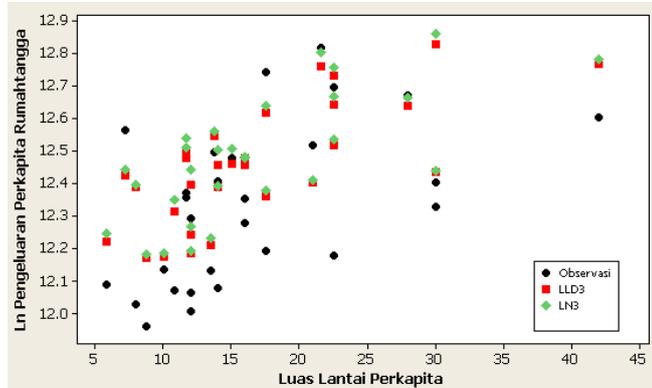
TABEL 1. NILAI MSE DAN DEVIANCE

Hierarchical Model	MSE	Deviance
Log-normal tiga parameter	35.477	659.200
Log-logistik tiga parameter	37.099	658.600

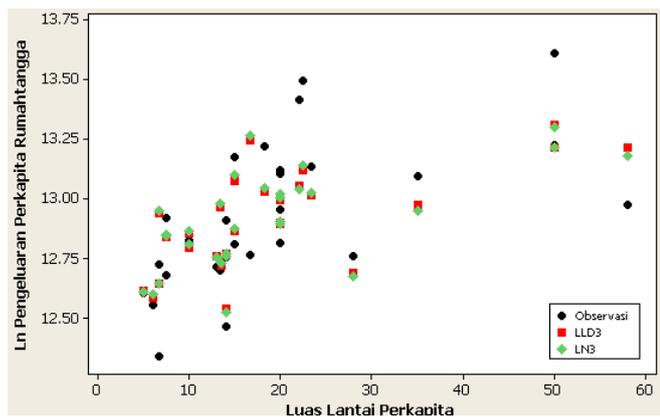


Gambar 5. Plot Nilai Observasi dan Hasil Estimasi Model LN3 dan LLD3 untuk Seluruh Observasi

Scatter plot dari observasi dan hasil estimasi pengeluaran perkapita rumahtangga dengan menggunakan model LN3 dan LLD3 terlihat pada Gambar 5, 6 dan 7. Hasil scatter plot menunjukkan bahwa model LN3 menghasilkan hasil estimasi yang tidak jauh berbeda dengan model LLD3.



Gambar 6. Plot Nilai Observasi dan Hasil Estimasi Model LN3 dan LLD3 untuk 30 observasi dengan nilai pengeluaran perkapita terendah



Gambar 6. Plot Nilai Observasi dan Hasil Estimasi Model LN3 dan LLD3 untuk 30 observasi dengan nilai pengeluaran perkapita terendah

#### IV. KESIMPULAN

Model hierarchical Bayesian berbasis Log-logistik tiga parameter memberikan hasil yang tidak jauh berbeda dengan model berbasis Log-normal tiga parameter. Akan tetapi hasil

estimasi model Log-logistik tiga parameter sedikit lebih mendekati nilai observasi dibandingkan dengan model berbasis Log-Normal tiga parameter.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis pertama mengucapkan terima kasih kepada Badan Pusat Statistik (BPS) atas bantuan dana pada penelitian ini sebagai bagian dari program penelitian S3 dalam rangka pengembangan sumber daya manusia BPS bekerja sama dengan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Goldstein, H., *Multilevel Statistical Models*, Edward Arnold, London, 1995.
- [2] Hox, J.J., *Applied Multilevel Analysis*, TT-Publikaties, Amsterdam, 1995.
- [3] Maas, C. J. M. H. dan Hox, J.J., Robustness Issues in Multilevel Regression Analysis, *Statistika Neerlandica*, **58**(2): 127-137, 2004.
- [4] De Leeuw, J., dan Kreft, I., *Random Coefficient Models for Multilevel Analysis*. Departement of Statistics Paper, Department of Statistics, UCLA, Los Angeles. [http://preprints.stat.ucla.edu/496/dLK\\_jes.pdf](http://preprints.stat.ucla.edu/496/dLK_jes.pdf) (19 Juli 2010), 2006.
- [5] Afshartous, D., dan De Leeuw, J., An Application of Multilevel Model Prediction to Nels:88. *Behaviormetrika*, 31(1): 43-66, 2004.
- [6] Peugh, J.L., A Practical Guide to Multilevel Modeling. *Journal of School and Psychology*, 48: 85-112, 2010.
- [7] Guo, Y., Bowman, F.D., dan Kilts, C., Predicting the Brain Response to Treatment using a Bayesian Hierarchical Model with Application to a Study of Schizophrenia. *Hum Brain Mapp* 29(9): 1092-1109, 2008.
- [8] Raudenbush, S.W., and Bryk, A.S., *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*, 2nd edition, Sage Publications, USA, 2002.
- [9] Box, G.E.P dan Tiao, G.C., *Bayesian Inference in Statistical Analysis*, Reading, MA: Addison-Wesley, 1973
- [10] Carlin, B.P. dan Chib, S., Bayesian model choice via Markov Chain Monte Carlo methods, *Journal of the Royal Statistical Society, Ser. B*, **57**(3): 473-484, 1995.
- [11] Casella, G. dan George, E.I., Explaining the Gibbs Sampler. *Journal of the American Statistical Association* **46**(3): 167-174, 1992
- [12] Ntzoufras, I., *Bayesian Modeling Using WinBUGS*. Wiley, New Jersey, USA, 2009.

# Perkembangan Structural Equation Model (SEM) Pada Analisis Technology Acceptance Model (TAM)

## Pendekatan Bayesian pada Data Sampel Kecil

Margaretha Ari Anggorowati

Mahasiswa Program Studi S3 Jurusan Statistika-FMIPA  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Surabaya, Indonesia  
m.ari@bps.go.id

Suhartono

Jurusan Statistika-FMIPA  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Surabaya, Indonesia  
suhartono@statistika.its.ac.id

Nur Iriawan

Jurusan Statistika-FMIPA  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Surabaya, Indonesia  
Nur\_i@statistika.its.ac.id

Hayim Gautama

Kementrian Komunikasi dan Informasi  
hasyim@gmail.com

**Abstract**—*Technology Acceptance Model (TAM)* adalah model yang digunakan dalam analisis penerimaan pengguna (*user acceptance*) untuk mau menerima dan menggunakan suatu teknologi baru. Metode statistik pada analisis TAM menjelaskan hubungan antar konstruk di dalam model. Penggunaan metode statistik dalam analisis TAM berkembang sesuai dengan beberapa batasan seperti bentuk kasus adopsi teknologi dan sampel kecil. Paper ini mempelajari perkembangan metode statistik yang digunakan dalam TAM untuk data dengan sampel kecil. *Structural Equation Model (SEM)* dengan pendekatan Bayesian adalah metode yang dapat digunakan dalam analisis TAM dengan sampel kecil.

**Kata Kunci:** TAM, SEM, Bayesian, MCMC

### I. PENDAHULUAN

*Technology Acceptance Model (TAM)* adalah model yang digunakan untuk menjelaskan bagaimana pengguna (*user*) mau menerima dan menggunakan suatu teknologi baru [1]. TAM dikembangkan oleh Fred Davis pada tahun 1989 dan merupakan pengembangan dari *Theory of Action Reaction (TRA)* yang dikembangkan oleh Fisbein dan Azjen pada tahun 1975. Dalam menggambarkan penerimaan user pada suatu teknologi baru, TAM menjelaskan dengan variabel struktur eksternal yang dipengaruhi oleh variabel internal yaitu *believe*, *behavior* dan *intention*. Pada TAM terdapat dua konstruk utama yaitu *perceived ease of use (PEOU)* dan *perceived ease of use (PU)*.

Dalam tiga dasawarsa TAM banyak digunakan untuk mengukur berbagai proses adopsi teknologi. Implementasi TAM dalam berbagai lingkungan dan berbagai jenis teknologi membawa perkembangan TAM secara teoritikal. Perkembangan TAM secara teoritikal yaitu berkembangnya eksternal variabel pada struktur TAM. Selain struktur TAM, perkembangan lain pada TAM adalah metode statistik yang digunakan di dalam analisis hubungan antar konstruk di dalam

struktur. Berdasarkan studi literatur, *Structural Equation Model (SEM)* adalah metode statistik yang banyak digunakan dalam analisis TAM. Beberapa penelitian TAM yang menggunakan metode Statistik SEM adalah [2] menggunakan SEM dengan *nested model*, [3], [4] menggunakan data *self report*, dan [5] yang menggunakan SEM pada *longitudinal study*.

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan pada jurnal-jurnal penelitian TAM, terdapat beberapa permasalahan yang muncul. Permasalahan tersebut diantaranya adalah: kondisi multi kultur (*multi cultural condition*), sampel yang homogen (*homogeny sample*), dan sampel kecil (*small sample size*).

Analisis TAM dengan data sampel kecil menjadi permasalahan tersendiri karena berkaitan dengan metode statistik yang akan digunakan di dalam analisis hipotesis hubungan antar konstruk di dalam struktur TAM. Permasalahan ini muncul khususnya jika dalam analisis TAM digunakan SEM. Referensi [6] mengatakan bahwa SEM adalah metode tingkat lanjut yang *powerful* dalam analisis TAM. SEM tidak hanya dapat digunakan untuk validasi dari model teoritikal tetapi dapat mereduksi indikator. Tetapi, di sisi lain, SEM membutuhkan terpenuhinya beberapa asumsi, diantaranya adalah normalitas dan linieritas. Untuk dapat memenuhi asumsi normalitas, maka persyaratan sampel besar menjadi salah satu keharusan dalam analisis TAM dengan menggunakan SEM. Berdasarkan [7] dikatakan bahwa untuk analisis CFA setidaknya dibutuhkan sampel sebanyak 200. Sedangkan [8] mengatakan bahwa sampel sebesar 161 terlalu kecil untuk estimasi empat konstruk pada struktur TAM.

### II. STRUCTURAL EQUATION MODEL (SEM)

#### A. SEM Klasik (*Standar*)

*Structural Equation Model (SEM)* adalah keluarga model statistik yang digunakan untuk menjelaskan relasi antara

banyak variabel. Dalam hal ini SEM menguji struktur relasi yang ada dalam bentuk beberapa persamaan seperti pada regresi berganda [9]. SEM banyak digunakan dalam analisis pada penelitian sosial, perilaku, pendidikan, kesehatan, pemasaran dan ekonomi. Salah satu alasan mengapa SEM banyak digunakan adalah SEM memungkinkan peneliti untuk memiliki metode yang komprehensif dalam menghitung dan menguji model teori yang ada [10]. Menurut [9] hal yang membedakan SEM dengan metode multivariat yang lain adalah bahwa SEM memisahkan relasi pada tiap-tiap variabel bebas, dan estimasi dilakukan secara terpisah tetapi saling bergantung dengan regresi berganda pada beberapa persamaan secara serentak (dengan menggunakan program statistik). Karakteristik lain dari SEM adalah :

- SEM umumnya digunakan pada variabel yang tidak dapat diukur secara langsung,
- SEM menghitung error pada semua variabel terukur,
- Model umumnya sesuai dengan matrik varian kovarian dari variabel terukur.

SEM menjadi metode analisis yang komprehensif dikarenakan analisis pada struktur model akan melibatkan beberapa proses, yaitu : Analisis Jalur, Model Analisis Faktor Konfirmatori dan Model Regresi.

Suatu model SEM merupakan suatu sistem persamaan simultan. Persamaan ini terdiri dari variabel random, parameter struktur dan memungkinkan juga untuk variabel bukan random. Random variabel sendiri terdiri dari variabel laten, variabel terukur dan variabel error. Variabel laten mengacu pada suatu konsep yang abstrak dan tidak dapat diukur secara langsung. Model dari variabel laten yang dijabarkan dalam persamaan struktural yang mencakup seluruh relasi antar variabel laten [11].

Pada SEM dikenal dua bentuk variabel laten, yaitu variabel laten endogen dan variabel laten eksogen. Variabel laten eksogen sebagai variabel bebas dilambangkan dengan  $\xi$  dan variabel laten endogen sebagai variabel terikat dilambangkan dengan  $\eta$ . Sebagai contoh jika dalam model terdapat dua variabel endogen dan satu variabel eksogen maka variabel laten dalam model dapat digambarkan :

$$\begin{aligned} \eta_1 &= Y_{11}\xi_1 + \zeta_1 \\ \eta_2 &= \beta_{21}\eta_1 + Y_{21}\xi_1 + \zeta_2 \end{aligned} \quad (1)$$

Dalam notasi matrik persamaan (2.1) dapat dituliskan :

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_{11} \\ Y_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \end{bmatrix}$$

dan persamaan struktural dari model tersebut adalah

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta$$

dengan :

- $\eta$  = variabel laten endogen
- $B = m \times m$  koefisien matrik
- $\Gamma = m \times n$  koefisien matrik
- $\xi$  = variabel laten eksogen
- $\zeta = p \times 1$  vektor error

Persamaan dari model terukur dapat dituliskan :

$$\begin{aligned} x &= \Lambda_x \xi + \delta \\ y &= \Lambda_y \eta + \epsilon \end{aligned} \quad (2)$$

Pada SEM klasik (standar) estimasi dilakukan berdasarkan matrik varian kovarian, sehingga dibutuhkan sampel besar agar terpenuhi asumsi normalitas.

Elemen kunci dari SEM adalah parameter yang disebut sebagai parameter model, dan parameter ini umumnya belum diketahui. Parameter yang belum diketahui diestimasi dengan menggunakan matrik sampel varian kovarian, sehingga model menjadi sesuai (fit). Beberapa metode estimasi utama pada SEM adalah Unweighted Least Squares (ULS), Generalized Least Squares (GLS), Maximum Likelihood (ML), dan Asymptotically Distribution Free (ADF). Estimasi pada SEM membutuhkan kondisi dimana model dapat diidentifikasi melalui jumlah parameter dan jumlah data dalam model tersebut. Jika  $t$  adalah jumlah parameter dan  $q$  adalah jumlah variabel terukur maka jumlah parameter harus lebih kecil dari jumlah data yang ada sehingga model dapat dikatakan teridentifikasi (identified) dan sebaliknya jika jumlah parameter lebih besar dari jumlah data maka dikatakan bahwa model tidak dapat diidentifikasi (unidentified).

$$t \leq \frac{(p+q)(q+1)}{2} \quad (3)$$

- $p$  = jumlah variabel terukur
- $t$  = jumlah parameter

Hipotesis dari model persamaan struktural adalah :

$$\begin{aligned} H_0 : \Sigma &= \Sigma(\theta) \\ H_1 : \Sigma &\neq \Sigma(\theta) \end{aligned}$$

Dengan  $\Sigma$  adalah matrik varian kovarian populasi sedangkan  $\Sigma(\theta)$  adalah matrik varian kovarian sebagai fungsi dari model parameter  $\theta$ . Matrik varian kovarian yang dapat dibentuk adalah matrik varian kovarian  $x$ , matrik varian kovarian  $y$ , matrik varian kovarian  $xy$ . Untuk mendapatkan ketiga matrik varian kovarian tersebut, maka harus diketahui matrik varian kovarian antar variabel laten eksogen, matrik varian kovarian antar variabel laten endogen dan matrik varian kovarian antar variabel laten eksogen dan endogen.

Matrik varian kovarian  $x$  dan  $y$  adalah

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \Sigma_{yy} & \Sigma_{yx} \\ \Sigma_{xy} & \Sigma_{xx} \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \Sigma &= \\ &= \Lambda_y(I - B)^{-1}(\Gamma\Phi\Gamma^T + \Psi)((I - B)^{-1})^T\Lambda_y^T + \Theta_\epsilon \quad \Lambda_y\Phi\Gamma^T((I - B)^{-1})^T\Lambda_x^T \\ & \quad \Lambda_x\Phi\Gamma^T((I - B)^{-1})^T\Lambda_y^T \quad \Lambda_x\Phi\Lambda_x^T + \Theta_\delta \end{aligned} \quad (4)$$

### B. Prosedur dalam SEM

Secara garis besar prosedur dalam analisis SEM standar meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut:

- Spesifikasi model

Spesifikasi model struktur dilakukan sebelum proses estimasi. Model struktur ini diformulasikan berdasarkan suatu teori atau penelitian sebelumnya.

- Identifikasi  
 Identifikasi model adalah tahapan dimana investigasi apakah suatu model dapat diestimasi atau tidak. Hal ini berkaitan dengan kemungkinan parameter yang akan diestimasi di dalam model.
- Estimasi  
 Estimasi adalah tahapan untuk mendapatkan nilai parameter di dalam model.
- Uji kecocokan  
 Uji kecocokan model adalah uji yang dilakukan antara model dengan data. Kriteria uji kecocokan disebut sebagai Goodness Of Fit (GOF).

### C. SEM Non Standar

SEM non standar adalah kondisi dimana asumsi normalitas dan linearitas pada SEM tidak dapat dipenuhi. SEM non standar dapat disebabkan oleh karena data sampel kecil, adanya efek non-linier pada model (karena adanya hubungan non linier antar variabel laten) atau adanya model *mixture*. Pada kondisi SEM non standar, metode estimasi dengan SEM kalsik tidak dapat digunakan.

Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan SEM non standar khususnya pada data sampel kecil adalah *Partial Least Square* (PLS). Menurut [12] PLS dapat mengatasi dua permasalahan di dalam SEM, yaitu sampel kecil dan data tidak lengkap (*missing data*). Namun demikian [12] mengatakan bahwa PLS tidak memiliki kemampuan secara khusus untuk mengatasi permasalahan sampel kecil, tetapi PLS menjadi metode yang bisa digunakan ketika jumlah data sampel tidak cukup untuk analisis berbasis matrik kovarian (*covariance based structural equation model* /CBSEM).

## III. SEM BAYESIAN

SEM dengan pendekatan Bayesian dikembangkan oleh [11]. Berbeda dengan SEM standar, SEM Bayesian tidak bekerja berdasarkan matrik varian kovarian, tetapi berdasarkan raw data obeservasi. Hal ini membuat analisis menjadi sederhana karena estimasi dilakukan pada momen pertama. Sedangkan pada SEM standar dengan metode maximum likelihood, estimasi dilakukan pada momen kedua. Hal lain yang menjadi kemampuan SEM Bayesian adalah dilibatkannya informasi prior dalam estimasi. Informasi prior menunjukkan informasi dari data yang digunakan. Dengan informasi prior analisis dapat dilakukan lebih akurat.

Pada estimasi dengan pendekatan Bayesian, parameter  $\theta$  diperlakukan sebagai random variabel yang memiliki distribusi dan disebut sebagai distribusi prior. Jika  $M$  adalah persamaan SEM dengan vektor parameter  $\theta$  yang belum diketahui maka fungsi kepadatan peluang dari  $\theta$  adalah  $p(\theta|M)$ . Jika Bayesian inferen dilakukan pada data observasi  $Y$  maka distribusi bersama dari  $Y$  dan  $\theta$  pada  $M$  adalah  $p(Y, \theta|M)$ .

Perilaku  $\theta$  pada data  $Y$  digambarkan dengan distribusi bersyarat  $\theta$  oleh  $Y$ , dan dikenal sebagai distribusi posterior  $p(\theta|Y, M)$ . Dengan

$$p(Y, \theta|M) = p(Y|\theta, M) p(\theta) = p(\theta|Y, M) p(Y|M)$$

dan bahwa  $p(Y|M)$  tidak bergantung pada  $\theta$  maka :

$$\log p(\theta|Y, M) \propto \log p(Y|\theta, M) + \log p(\theta) \quad (6)$$

dimana :  $p(Y|\theta, M)$  adalah fungsi likelihood.

### A. Konsep Data Augmentation

Konsep data augmentation digunakan pada simulasi posterior. Data augmentation dilakukan dengan memperlakukan laten sebagai hipotesa data tidak lengkap (*hypotetical missing data*) dan kemudian menambahkan data observasi dengan laten sehingga dapat dilakukan analisis distribusi posterior dengan data lengkap. Menurut [13], [14], dan [15] strategi ini sangat berguna dalam metode statistik. Dengan konsep data augmentation dengan menggunakan Markov Chain Monte Carlo (MCMC) dan algoritma Gibbs Sampler maka permasalahan data sampel kecil dapat teratasi.

### B. Distribusi Prior

Distribusi prior  $\theta$  menggambarkan distribusi nilai parameter yang mungkin ada dalam suatu model. Terdapat dua jenis distribusi prior yaitu distribusi prior non-informatif dan distribusi prior informatif. Distribusi prior non-informatif terjadi pada situasi dimana distribusi prior tidak memiliki populasi, atau terdapat sedikit informasi prior. Pada keadaan demikian distribusi prior memiliki pengaruh yang kecil pada distribusi posterior. Sebaliknya pada distribusi prior informatif, informasi distribusi prior dapat diketahui. Distribusi prior yang umum digunakan pada pendekatan Bayesian adalah conjugate prior distribution. Berdasarkan [16], distribusi prior pada persamaan pengukuran yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned} \psi_{ek}^{-1} &\stackrel{D}{=} \text{Gamma}[\alpha_{0ek}, \beta_{0ek}] \\ [\Lambda_k | \psi_{ek}] &\stackrel{D}{=} N[\Lambda_{0k}, \psi_{ek} H_{0yk}] \\ \Phi^{-1} &\stackrel{D}{=} W_q[R_0, \rho_0] \end{aligned} \quad (7)$$

Dimana  $\text{Gamma}(\alpha, \beta)$  adalah distribusi dengan parameter  $\alpha > 0$  dan invers parameter  $\beta > 0$   $W[.,.]$  adalah distribusi Wishart dengan dimensi  $q$ ,  $\alpha_{0ek}, \beta_{0ek}, \Lambda_{0k}, \rho_0$  adalah matrik definit positif, sedangkan  $H_{0yk}$  dan  $R_0$  adalah hiperparameter yang didapat dari penelitian sebelumnya.

### C. Analisis Posterior

Estimasi  $\theta$  pada bayesian didefinisikan sebagai rata-rata atau model dari  $p(\theta|y)$  dan dinyatakan dalam persamaan

$$\log p(\theta|Y, M) \propto \log p(Y|\theta, M) + \log p(\theta) \quad (8)$$

dengan mencari nilai maksimum dari

$$\log p(Y|\theta, M) + \log p(\theta).$$

Secara teori rata-rata dari distribusi posterior ( $\theta|y$ ) dapat dihasilkan dengan cara penggabungan /integrasi, tetapi sebagian besar situasinya adalah bahwa penggabungan tersebut tidak memiliki bentuk close form. Untuk SEM non standar, distribusi posterior ( $\theta|y$ ) dapat bersifat lebih kompleks dan sulit

untuk melakukan simulasi terhadap data observasi serta sulit mendapatkan bentuk distribusi dari model SEM tersebut. Pada [16] menyatakan bahwa salah satu cara untuk melakukan simulasi posterior adalah data augmentation (penambahan data) seperti yang diteliti oleh [17]. Pada pendekatan SEM-Bayesian analisis dilakukan dengan  $p(\theta, \Omega|Y)$  dimana  $\Omega$  adalah kumpulan variabel laten pada model. Pada kasus tertentu bentuk  $p(\theta, \Omega|Y)$  umumnya belum memenuhi close form [11].

#### D. Gibbs Sampler pada Simulasi Posterior

Gibbs sampling adalah bagian dari Markov Chain Monte Carlo (MCMC) dimana transisi kernel dilakukan dengan distribusi bersyarat penuh [14]. Untuk data sampel kecil pendekatan metode klasik GLS dan ML menghadapi banyak kesulitan pada proses estimasi parameter  $\theta$ . Untuk menangani kesulitan pada estimasi maka pada analisis posterior, data  $Y$  ditambahkan dengan matrik variabel laten  $\Omega = (\omega_1 \dots \omega_n)$  (konsep data augmentation), sehingga algoritma Gibbs Sampler yang digunakan untuk menghasilkan obeservasi pada distribusi posterior  $[\theta, \Omega|Y]$  adalah :

- (i) Bangkitkan  $\theta^{(j+1)}$  dari  $p(\theta, \Omega^{(j)}, Y)$
- (ii) Bangkitkan  $\Omega^{(j+1)}$  dari  $p(\Omega|\theta^{(j+1)}, Y)$

#### E. Prosedur pada SEM Bayesian

Analisis SEM dengan pendekatan Bayesian dilakukan dalam tahap-tahap yang berbeda dengan SEM standar. Pada pendekatan Bayesian tahapan identifikasi tidak dilakukan. Permasalahan jumlah sampel kecil dapat diatasi dengan menerapkan konsep data augmentation menggunakan MCMC dan Gibbs Sampler, sehingga simulasi posterior dapat dilakukan berdasarkan data lengkap. Tahapan-tahapan dalam analisis SEM dengan pendekatan Bayesian adalah:

- Analisis Deskriptif  
Analisis deskriptif adalah langkah awal yang dilakukan untuk melihat gambaran umum dari data. Dengan menganalisis sebaran data dan nilai skewness dari semua variabel yang digunakan dalam penelitian, dapat diputuskan penanganan yang tepat untuk data kategori dari setiap variabel. Selain itu, nilai frekuensi dari setiap kategori pada setiap variabel adalah informasi penting untuk menentukan nilai threshold.
- Penentuan Parameter dalam model  
Setelah diketahui gambaran umum data observasi, maka diformulasikan stuktur SEM untuk model TAM yang akan dianalisis. Dengan diformulasikan model struktur SEM maka dapat ditentukan parameter-parameter yang akan diestimasi. Pada SEM Bayesian, parameter yang akan diestimasi adalah:  $\theta$  ( $\Phi, \psi, \Lambda, \Gamma, B$ ).
- Penentuan Threshold pada Model  
Untuk data diskrit, dibutuhkan pendekatan yang lebih baik dengan menganggap data kategori diskrit berasal dari distribusi kontinyu normal. dengan mengaplikasikan suatu nilai *threshold*. Pendekatan

*threshold* merupakan model yang fleksibel, dan memberikan interpretasi yang mudah untuk parameter model.

- Analisis Hubungan Antar Variabel Laten  
Analisis hubungan antar variabel laten dengan menggunakan plot perlu dilakukan untuk melihat kemungkinan adanya hubungan nonlinier antar laten. Jika ternyata terdapat ploa hubungan non linier maka diperlukan tahap analisis yang berbeda.
- Penentuan Parameter pada Distribusi Prior  
Penentuan distribusi prior merupakan bagian penting dalam analisis Bayesian. Penentuan distribusi prior akan ikut menentukan signifikansi dari parameter di dalam model. Distribusi prior dapat ditentukan berdasarkan pengetahuan peneliti-peneliti sebelumnya, dan dengan melakukan analisis khusus terhadap data penelitian. dalam SEM Bayesian distribusi prior yang digunakan adalah *conjugate prior* dengan nilai hiperparameter yang telah ditentukan.
- Estimasi parameter  
Estimasi parameter dilakukan dengan melakukan simulasi posterior dengan menggunakan MCMC dan algoritma Gibbs Sampler.
- Analisis Residual  
Analisis residual dilakukan untuk melihat kebaikan model. Model dengan residual terkecil akan menunjukkan bahwa model tersebut adalah model terbaik.

#### F. Studi Kasus

Analisis TAM dengan menggunakan SEM Bayesian sudah dilakukan pada studi kasus adopsi teknologi pengolahan data sensus penduduk di Badan Pusat Statistik [18]. Pada studi kasus tersebut data sampel yang tersedia sejumlah 37. Analisis TAM dengan SEM Bayesian dilakukan dengan menggunakan software WinBugs 14.

## IV. KESIMPULAN

Perkembangan metode statistik dalam analisis TAM berkembang berdasarkan permasalahan dan limitasi yang muncul dalam riset-riset yang dilakukan oleh para peneliti. Salah satu permasalahan utama yang muncul dalam riset TAM adalah data sampel kecil. SEM dengan pendekatan Bayesian dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan data sampel kecil.

Terdapat perbedaan tahapan dalam analisis pada SEM standar dan SEM Bayesian. Pada SEM Bayesian, tidak dibutuhkan tahapan identifikasi model. Data dengan sampel kecil dapat diatasi dengan menerapkan konsep data augmentation.

MCMC dan Gibbs Sampler digunakan dalam simulasi posterior. Simulasi posterior dilakukan dalam estimasi parameter model.

Distribusi prior salah satu hal penting dalam analisis posterior. Distribusi prior akan mempengaruhi akurasi dan signifikansi dari parameter yang diestimasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Alrafi, B. Noble, "Technology Acceptance model," unpublished, 2005
- [2] A. K. Gyampah, A.F. Salam, "An extension of technology acceptance model in an ERP implementation environment", in *Information and Management*, vol. 41, pp. 731-745, 2004.
- [3] J. Wu, Y. Chen, and L. Lin, "Empirical evaluation of revised end user computing acceptance model," in *Computers in Human Behaviour*, vol. 23, pp. 162-174, 2007.
- [4] J. Wu, Y. Chen, and L. Lin, "Empirical evaluation of revised end user computing acceptance model", in *Computers in Human Behaviour*, vol. 23, pp. 162-174, 2007.
- [5] T. Teo, C. Lee, C. Chai and S. Wong, "Assessing the intention to use technology among pre-service teachers in Singapore and Malaysia: A Multigroup invariance analysis of the Technology Acceptance Model (TAM)", in *Computers and Education*, vol. 53, pp. 1000-1009, 2009.
- [6] S. Hung, K. Tang, C. Chang, and C. Ke, "User acceptance of intergovernmental services: An example of electronic document management system," in *Government Information Quarterly*, vol. 26, pp. 387-397, 2009.
- [7] X. Deng, W. Doll, A. R. Hendrickson and J. A. Scazzero, "A multi-group analysis of structural invariance: an illustration using the technology acceptance model", in *Information and Management*, vol. 42, pp. 745-759, 2005.
- [8] I. Im, Y. Kim, and H. Han, "The effect of perceived risk and technology type on users' acceptance of technologies" in *Information and Management*, vol. 45, pp. 1-9, 2008.
- [9] J. F. Hair, W.C. Black, B.J. Babin, R.E. Anderson, and R.L. Tatham, *Multivariate data Analysis*, New Jersey: Pearson Education, Inc, 2006.
- [10] T. Raykov, G.A. Marcoulides, *A First Course in Structural Equation Modelling*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, Inc, 2006.
- [11] K. Bollen, *Structural Equation with Latent Variable*. New York: John Wiley & Sons, 1989.
- [12] Henseler, Jorg; Ringle, M. Christian, Sinkovics, R. Rudolf R., *The use of Partial Least Square path modeling in international marketing*, New Challenge to International marketing Advance in International Marketing. Emerald Group Publishing Limited.
- [13] D. B. Rubin, "EM and beyond", in *Psychometrika*, vol. 56, pp. 241-256, 1991.
- [14] S.L. Zeger, M.R. Karim, "Generalized linear models with random effects: A Gibbs Sampling approach", in *Journal of the American Statistical Association*, vol. 86, pp. 79-86, 1991.
- [15] J.H. Albert, S. Chib, "Bayesian analysis of binary and polychotomous response data", in *Journal of the American Statistical Association*, vol. 88, pp. 669-679, 1993.
- [16] S. Lee, *Structural Equation Modeling A Bayesian Approach*. England: John Wiley and Sons Ltd, 2007.
- [17] M.A. Tanner, W.H Wong, "The calculation of posterior distributions by data augmentation (with discussion)", in *Journal of the American Statistical Association*, vol. 82, pp. 528-550, 1987.
- [18] M.A. Anggorowati, N. Iriawan, Suhartono, dan H. Gautama, "Restructuring and Expanding Technology Acceptance Model: Structural Equation Model and Bayesian Approach", in *American Journal of Applied Sciences*, vol. 9(4), pp. 496-504, 2012.

# Analisis Faktor yang Mempengaruhi Angka Buta Huruf Melalui Geographically Weighted Regression (Studi Kasus : Propinsi Jawa Timur)

Andiyono

Jurusan Teknik Informatika dan Statistika  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta, Indonesia  
Andiyono@hotmail.com

Rokhana Dwi Bekti

Jurusan Teknik Informatika dan Statistika  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta, Indonesia  
rokhana\_db@binus.ac.id

Edy Irwansyah

Jurusan Teknik Informatika  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta, Indonesia  
edirwan@binus.ac.id

**Abstrak**—Analisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap angka buta huruf akan memberikan informasi penting dalam pendidikan. Salah satu faktor tersebut adalah perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK). Karakteristik angka buta huruf di Provinsi Jawa Timur menunjukkan adanya pola spasial. Oleh karena itu, untuk mendapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi dilakukan melalui pemodelan spasial Geographically Weighted Regression (GWR). Hasil pemodelan menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap angka buta huruf di setiap lokasi adalah berbeda. Secara umum, faktor yang mempengaruhi angka buta huruf adalah persentase rumah tangga yang mempunyai telepon selular (HP) dan persentase rumah tangga yang mengakses internet di rumah.

**Kata Kunci** : Angka buta huruf, TIK, Geographically Weighted Regression (GWR)

## I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan kebutuhan primer setelah sandang, pangan dan papan. Setiap keluarga pasti menginginkan anak – anaknya tumbuh dewasa dengan pendidikan yang tinggi agar dapat menjalani hidup yang baik. Anak-anak disekolahkan mulai dari TK, SD, SMP, SMA sampai akhirnya lulus dari perguruan tinggi, dan mulai mencari pekerjaan. Akan tetapi, tidaklah semua keluarga dapat merasakan hal tersebut. Ada yang tidak dapat melanjutkan sekolah karena terbatasnya ekonomi, atau bahkan sudah harus bekerja di usianya yang masih kecil sehingga mengakibatkan putus sekolah. Hal ini dapat mengakibatkan tingkat pendidikan di suatu daerah menurun drastis bila tidak segera ditanggulangi.

Salah satu indikator tingkat pendidikan adalah angka buta huruf (ABH). Menurut Agustia (2010) dalam [3], pada tahun 2009 jumlah penduduk buta huruf di Indonesia masih dalam kisaran 8,7 juta jiwa. Di Indonesia, Provinsi Jawa Timur adalah provinsi tertinggi tingkat buta hurufnya yang kemudian

disusul Jawa Tengah, Jawa Barat dan Sulawesi Selatan. Fakta ini sangat menarik untuk dikaji tentang faktor apa saja yang menjadikan tingginya ABH di Jawa Timur.

Faktor – faktor yang dapat mempengaruhi tingkat pendidikan suatu daerah antara lain tingkat kemiskinan, pertumbuhan ekonomi, subsidi pemerintah, dan tersedianya fasilitas yang memadai. Faktor faktor yang dapat mempengaruhi tingkat pendidikan dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu faktor internal (keluarga dan orang tua) dan faktor eksternal (lingkungan serta sarana informasi). Menurut [1], perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah memberikan pengaruh terhadap dunia pendidikan khususnya dalam proses pembelajaran. Kebijakan nasional menyebutkan bahwa TIK menjadi kunci dalam 2 hal, yaitu efisiensi proses dan memenangkan kompetisi. Demikian juga dalam hal pendidikan.

Jawa Timur merupakan propinsi yang memiliki angka buta huruf tertinggi di Pulau Jawa. [2] menyebutkan bahwa angka buta huruf penduduk usia di atas 15 di Jawa Timur 2009 dan 2010 adalah 12,20% dan 11,66%. Begitu juga untuk jenjang usia lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa perlu dikaji lagi sektor pendidikan di Jawa Timur.

Beberapa kabupaten/kota di Jawa Timur memiliki karakteristik yang hampir sama di daerah yang saling berdekatan. Contohnya di wilayah dengan ABH tertinggi berada di wilayah Madura yang letaknya dekat dengan Pandalungan yang meliputi daerah Bondowoso, Situbondo, dan Probolinggo [3]. Hal ini menunjukkan ada pengaruh faktor lokasi atau spasial.

Analisis data spasial merupakan analisis yang berhubungan dengan efek lokasi. Hal ini didasarkan pada hukum pertama tentang geografi dikemukakan oleh Tobler

[8], menyatakan bahwa segala sesuatu saling berhubungan satu dengan yang lainnya, tetapi sesuatu yang dekat lebih mempunyai pengaruh daripada sesuatu yang jauh. Salah satu analisis spasial adalah menggunakan metode Geographically Weighted Regression (GWR). Metode GWR adalah suatu teknik yang membawa kerangka dari model regresi sederhana menjadi model regresi yang terboboti [4].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor faktor yang mempengaruhi angka buta huruf melalui pemodelan GWR. Pemodelan GWR ini akan menghasilkan faktor faktor berbeda yang dapat mempengaruhi tingkat angka buta huruf.

## II. ANGKA BUTA HURUF DAN GWR

Angka buta huruf (ABH) adalah proporsi penduduk usia tertentu yang tidak dapat membaca dan atau menulis huruf latin atau huruf lainnya terhadap penduduk usia tertentu [2]. Kondisi ABH di Indonesia sudah masuk ke dalam tahap yang cukup memprihatinkan. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian BPS 2010 yang menyatakan, penduduk di provinsi Jawa Timur dengan usia 15 tahun ke atas dapat mencapai 11,66% penduduk yang buta huruf, 15 – 44 tahun mencapai 2,39% dan di atas 45 tahun sebesar 26,22%. Angka ini merupakan angka buta huruf terbesar di pulau Jawa pada tahun 2010.

Menurut Badan Pusat Statistik [2], dalam survei sosial ekonomi nasional 2009, yang menjadi indikator Teknologi Informasi dan Komunikasi adalah kepemilikan telepon rumah, kepemilikan telepon seluler (HP), kepemilikan komputer, dan penggunaan internet dalam sebulan terakhir di dalam rumah tangga. Hal ini serupa dengan yang diungkapkan [5] dalam penelitiannya tentang TIK di Asia. Hermans mengatakan indikator TIK dapat terdiri dari penggunaan PC per 1000 penduduk, penggunaan internet per 1000 penduduk, penggunaan telepon per 100 penduduk dan penggunaan handphone per 100 penduduk.

Model GWR adalah suatu model regresi sederhana yang diubah menjadi model regresi yang terboboti [4]. Setiap nilai parameter akan dihitung pada setiap titik lokasi geografis sehingga setiap titik lokasi geografis mempunyai nilai parameter regresi yang berbeda-beda. Hal ini akan memberikan variasi pada nilai parameter regresi di suatu kumpulan wilayah geografis. Jika nilai parameter regresi konstan pada tiap-tiap wilayah geografis, maka model GWR adalah model global. Artinya tiap-tiap wilayah geografis mempunyai model yang sama.

Formula dasar untuk model GWR adalah

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

- $y_i$  : variable respon pada lokasi ke- $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )  
 $x_{ik}$  : variable prediktor ke- $k$  pada lokasi ke- $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )  
 $(u_i, v_i)$  : koordinat *longitude latitude* dari titik ke- $i$  pada suatu lokasi geografis.  
 $\beta_k(u_i, v_i)$  : koefisien regresi ke- $k$  pada masing-masing lokasi atau realisasi dari fungsi kontinyu  $\beta_k(u, v)$  pada titik

ke- $i$

$\varepsilon_i$  : *error* yang diasumsikan identik, independen, dan berdistribusi Normal dengan mean nol dan varians konstan  $\sigma^2$

## III. METODOLOGI PENELITIAN

Variabel penelitian dalam penelitian ini terdiri dari variabel dependen (Y) dan variabel independen (X)

Y = angka buta huruf

X = Teknologi, komunikasi dan informasi, yang terdiri dari :

- X1 = persentase rumah tangga yang memiliki telepon rumah
- X2 = persentase anggota rumah tangga yang memiliki HP
- X3 = persentase anggota rumah tangga yang memiliki komputer
- X4 = persentase anggota rumah tangga yang mengakses internet dalam sebulan terakhir

Langkah – langkah menganalisis data menggunakan GWR :

1. Menentukan pembobot menggunakan fungsi *bisquare* [7]:

$$w_{ij} = \begin{cases} [1 - (d_{ij}/b)^2]^2, & \text{jika } j \text{ adalah salah satu titik ke-}M \text{ yang terdekat dari titik ke-}i \\ 0 & \text{, untuk lainnya} \end{cases}$$

dengan  $b$  adalah jarak titik ke- $M$  yang terdekat dan  $d_{ij}$  merupakan jarak Euclidean [7].

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (2)$$

Fungsi Gaussian :

$$w(g) = e^{-(d/h)^2} \quad (3)$$

Kriteria penentuan nilai  $M$  yang tepat dapat diperoleh dengan pendekatan *least square* kriteria *cross-validation* [7] :

$$CV = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_{i^*}(b)]^2 \quad (4)$$

dengan

$i^* \neq i$

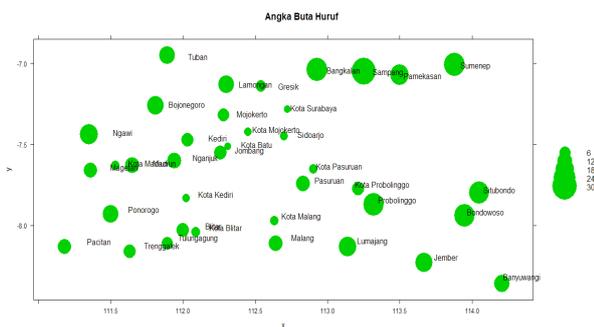
$\hat{y}_{i^*}(b)$  = nilai prediksi dari model regresi tanpa pengamatan ke- $i$

2. Lakukan estimasi parameter global dan lokal pada setiap lokasi pengamatan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten/Kota di Jawa Timur berdasarkan karakteristik persentase penduduk yang buta huruf (angka buta huruf) disajikan pada Gambar 1. Dapat diketahui bahwa ada Kabupaten/Kota yang memiliki karakteristik sama dan saling berdekatan lokasinya. Dengan demikian, dapat dikatakan bawasannya terdapat kasus faktor lokasi atau Spasial terhadap angka buta huruf di lokasi tersebut. Seperti di Kabupaten Sampang, Pamekasan, Bangkalan, dan Sumenep. Lokasi tersebut berada di Pulau Madura dan memiliki angka buta huruf di atas 24%.

Tercatat 8 dari 9 daerah Kota yang ada di Provinsi Jawa Timur, memiliki angka buta huruf yang termasuk dalam kelompok 1, antara lain Kota Batu, Kota Surabaya, Kota Mojokerto, Kota Kediri, Kota Pasuruan, Kota Madiun, Kota Malang dan Kota Blitar. Kota Probolinggo adalah satu satunya daerah kota yang termasuk dalam angka buta huruf kelompok 2 dengan tingkat angka buta huruf sebesar 7,08%. Hampir seluruh daerah Kabupaten yang ada di Provinsi Jawa Timur memiliki angka buta huruf yang lebih tinggi dari daerah Kota. Hanya ada 2 kabupaten yang memiliki angka buta huruf yang termasuk dalam kelompok 1, yaitu Kabupaten Sidoarjo dengan tingkat angka buta huruf di angka 2,94% dan Kabupaten Gresik dengan tingkat angka buta huruf di angka 5,17%.



Gambar 1. Penyebaran Angka Buta Huruf

Daerah Kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang termasuk dalam kelompok 2 antara lain Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Kediri, Kabupaten Jombang, Kabupaten Blitar, Kabupaten Pacitan, Kabupaten Magetan, Kabupaten Malang, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Nganjuk dan Kabupaten Madiun. Kemudian daerah Kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang termasuk dalam kelompok 3 antara lain Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Tuban, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Jember, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Ngawi, dan Kabupaten Pamekasan.

Daerah Kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang termasuk dalam kelompok 4 antara lain Kabupaten Situbondo, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Sumenep dan Kabupaten Bangkalan. Angka buta huruf di kelompok 5 hanya meliputi 1 kabupaten saja, yaitu Kabupaten

Sampang dengan tingkat angka buta huruf di angka 28,44% dan dapat dikatakan bahwa Kabupaten Sampang adalah Kabupaten yang memiliki angka buta huruf terbesar di Provinsi Jawa Timur.

A. Model Regresi Global

Tabel 1 menunjukkan hasil pemodelan regresi global. Faktor yang berpengaruh terhadap angka buta huruf pada  $\alpha=5\%$  adalah persentase rumah tangga yang mempunyai telepon selular(HP). Model ini memiliki  $R^2 = 64,47\%$ .

TABEL 1. PENAKSIRAN PARAMETER MODEL REGRESI GLOBAL

Variabel	Koefisien	T <sub>value</sub>	P <sub>value</sub>
Konstanta	32.33063	6.639*	1.49e-07
persentase rumah tangga yang telepon rumah	0.01647	0.084	0.93353
persentase rumah tangga yang mempunyai telepon selular(HP)	-0.33296	-3.077*	0.00418
persentase rumah tangga yang memiliki komputer	0.13259	0.459	0.64951
persentase rumah tangga yang mengakses internet di sekolah	-0.94074	-1.842**	0.07455

S = 4.323 ; R2 = 64,47%, F-statistic = 14.97  
 F(0,05;4;33) = 2,65  
 T(0,05;33) = 2,0345, T(0,10;33) = 1,69

\* : signifikan pada  $\alpha = 5\%$   
 \*\* : signifikan pada  $\alpha = 10\%$

B. Asumsi Residual

Berdasarkan uji asumsi residual pada model regresi global, didapatkan hasil bahwa residual berdistribusi tidak normal dan residual memiliki korelasi antar daerah. Hal ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan penaksiran model GWR lokal.

C. Pemodelan GWR

Hasil panaksiran parameter GWR dapat dilihat pada tabel 2. Dapat dilihat bahwa faktor faktor yang mempengaruhi nilai angka buta huruf di tiap kabupaten dapat berbeda – beda. Secara umum yang mempengaruhi nilai angka buta huruf di Provinsi Jawa Timur dengan  $\alpha = 5\%$  dan  $\alpha = 10\%$  adalah persentase rumah tangga yang mempunyai telepon selular(HP), persentase rumah tangga yang memiliki komputer, dan persentase rumah tangga yang mengakses internet di sekolah. Sebagai contoh kabupaten Pacitan dan kabupaten Sidoarjo. Faktor yang lebih mempengaruhi angka buta huruf di kabupaten Pacitan adalah persentase rumah tangga yang mempunyai telepon selular(HP), sedangkan faktor yang lebih mempengaruhi angka buta huruf di kabupaten Sidoarjo adalah persentase rumah tangga yang mengakses internet di sekolah.

Faktor persentase rumah yang tangga yang mempunyai telepon selular(HP) berpengaruh di Kabupaten Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Jombang, Nganjuk, Madiun, Magetan, Ngawi, dan Kota Kediri, Blitar, Malang, Probolinggo,

Pasuruan, Madiun. Faktor persentase rumah tangga yang mempunyai komputer berpengaruh di Kabupaten Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang dan Kota Surabaya. Sedangkan faktor persentase rumah tangga yang mengakses internet di sekolah berpengaruh di Kabupaten Sidoarjo, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang dan Kota Surabaya.

Pada tabel 2 terlihat juga nilai R<sup>2</sup> yang menunjukkan seberapa besar pengaruh faktor faktor prediktor terhadap nilai angka buta huruf. Pada penaksiran parameter GWR, semua kabupaten memiliki nilai R<sup>2</sup> lebih dari 70% dan bahkan ada yang mencapai 90%. Hal ini menunjukkan bahwa penaksiran parameter GWR lebih baik daripada nilai penaksiran global yang hanya mencapai 64,47% saja.

TABEL II. PENAKSIRAN PARAMETER GWR LOKAL

Kabupaten / Kota	Konstanta	b1	b2	b3	b4	R2
Kabupaten Pacitan	33,163	0,143	-0,435*	-0,074	0,221	73,05%
Kabupaten Ponorogo	34,046	0,153	-0,449*	-0,069	0,167	90,56%
Kabupaten Trenggalek	34,427	0,159	-0,471*	-0,046	0,309	83,11%
Kabupaten Tulungagung	33,892	0,157	-0,465*	-0,022	0,245	88,52%
Kabupaten Blitar	33,377	0,150	-0,454*	-0,001	0,157	84,20%
Kabupaten Kediri	26,384	0,179	-0,264	-0,323	-0,266	80,99%
Kabupaten Malang	32,677	0,178	-0,428*	-0,029	-0,007	76,78%
Kabupaten Lumajang	36,954	0,547	-0,489*	-0,454	0,200	90,58%
Kabupaten Jember	33,757	0,151	-0,337*	-0,290	-0,124	85,85%
Kabupaten Banyuwangi	32,581	0,134	-0,288*	-0,308	-0,413	88,33%
Kabupaten Bondowoso	31,125	0,000	-0,225*	-0,285	-0,540	88,08%
Kabupaten Situbondo	30,400	-0,039	-0,191**	-0,312	-0,631	85,71%
Kabupaten Probolinggo	31,792	-0,103	-0,271*	-0,148	-0,134	74,24%
Kabupaten Pasuruan	28,512	0,189	-0,296*	-0,170	-0,411	89,65%
Kabupaten Sidoarjo	19,719	0,094	-0,073	-0,349	-0,852**	84,26%
Kabupaten Mojokerto	23,183	0,241	-0,187	-0,370	-0,626	86,71%
Kabupaten Jombang	26,017	0,152	-0,287**	-0,111	-0,333	83,01%
Kabupaten Nganjuk	30,875	0,175	-0,367*	-0,193	-0,109	81,77%
Kabupaten Madiun	32,795	0,165	-0,402*	-0,164	-0,031	78,28%
Kabupaten Magetan	31,963	0,152	-0,389*	-0,164	0,014	88,99%
Kabupaten Ngawi	30,292	0,155	-0,341*	-0,249	-0,110	90,60%
Kabupaten Bojonegoro	27,063	0,170	-0,254	-0,388	-0,311	86,27%
Kabupaten Tuban	23,632	0,173	-0,165	-0,497	-0,496	83,51%
Kabupaten Lamongan	19,958	0,269	-0,080	-0,590**	-0,845**	82,46%
Kabupaten Gresik	16,547	0,163	0,043	-0,676*	-1,129*	88,18%
Kabupaten Bangkalan	18,412	-0,058	0,131	-0,816*	-1,311*	83,13%
Kabupaten Sampang	21,076	-0,315	0,094	-0,575**	-1,024*	87,09%
Kabupaten Pamekasan	25,058	-0,315	0,005	-0,460	-0,847	89,21%
Kabupaten Sumenep	26,115	-0,302	-0,008	-0,504	-0,759	92,75%
Kota Kediri	33,146	0,154	-0,440*	-0,013	0,019	89,91%
Kota Blitar	31,378	0,123	-0,418**	0,017	0,090	78,54%
Kota Malang	30,873	0,181	-0,393*	-0,039	-0,104	86,79%
Kota Probolinggo	30,213	-0,200	-0,232*	-0,073	-0,259	86,19%
Kota Pasuruan	27,079	0,037	-0,216**	-0,168	-0,573	85,65%
Kota Mojokerto	19,657	0,168	-0,126	-0,307	-0,658	84,70%
Kota Madiun	32,306	0,159	-0,393*	-0,169	-0,018	80,60%
Kota Surabaya	17,599	0,068	0,043	-0,599**	-1,124*	86,59%
Kota Batu	24,564	0,170	-0,255	-0,153	-0,416	80,16%

\* :  $\alpha = 5\%$

\*\* :  $\alpha = 10\%$

V. KESIMPULAN

Melalui pemodelan GWR dapat disimpulkan bahwa faktor yang mempengaruhi angka buta huruf di setiap lokasi berbeda – beda. Secara umum, faktor yang mempengaruhi angka buta huruf di Provinsi Jawa Timur dengan  $\alpha = 5\%$  dan  $\alpha = 10\%$  adalah persentase rumah tangga yang mempunyai telepon selular(HP), persentase rumah tangga yang mempunyai komputer dan persentase rumah tangga yang mengakses internet di rumah.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Abdullah, "Potensi teknologi informasi dan komunikasi dalam peningkatan mutu pembelajaran di kelas", 2012.  
 [2] Badan Pusat Statistik, "Survey sosial ekonomi nasional 2009, Indonesia", 2009.  
 [3] Firmansyah, "Pemodelan dan pemetaan angka buta huruf provinsi jawa timur dengan pendekatan regresi spasial", Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2011.

- [4] A. S. Fotheringham, C. Brunsdon, M. Charlton, "Geographically weighted regression : The analysis of spatially varying relationships", UK: University of Newcastle, 2002.
- [5] Hermana, "Teknologi informasi dan komunikasi di negara-negara asia", 2012.
- [6] Tobler, "Perspectives on spatial data analysis", CA : Santa Barbara, 2010.
- [7] W. M. Putra, "Analisa hubungan kondisi sektor ekonomi dan pendidikan terhadap angka kemiskinan di Jawa Timur menggunakan metode geographically weighted regression", Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2008.

# Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Indikator Pencapaian Strategi T3 untuk Sekolah Menengah Kejuruan dengan Metode *Fuzzy C-Means*

<sup>1</sup>Lina Dwi Pertiwi, <sup>2</sup>Arum Anuravega, <sup>3</sup>Alfisyahrina Hapsery, <sup>4</sup>Candra Agus Setyawan dan <sup>5</sup>Muhammad Mashuri  
<sup>1,2,3,4</sup>Mahasiswa Jurusan Statistika FMIPA-ITS  
<sup>5</sup>Dosen Jurusan Statistika FMIPA-ITS

**Abstrak-** Salah satu untuk mengurangi jumlah penganggur di Indonesia yaitu tercapainya strategi T3 untuk sekolah menengah kejuruan (SMK) yang berkaitan dengan layanan pendidikan sebagai SDM yang mampu dan terampil mengembangkan kinerja di dunia kerja. Banyak kebijakan yang telah diberlakukan untuk meningkatkan layanan pendidikan khususnya SMK di Jawa Timur. Namun hal tersebut belum cukup karena masih ditemui banyaknya indikator-indikator layanan pendidikan yang belum memenuhi standart kriteria Kemendiknas pada beberapa kabupaten/kota. Hal ini dimungkinkan adanya ketidaksesuaian penanganan yang diberikan dengan permasalahan pada kabupaten/kota tersebut. Sehingga pada penelitian ini dilakukan pengelompokan untuk mengetahui permasalahan mendasar pada setiap kabupaten/kota, sehingga tindakan atau kebijakan dalam meningkatkan dapat dilakukan dengan tepat. Di sisi lain, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan hasil pengelompokan terbaik dengan metode Fuzzy c-means dengan 7 kelompok.

**Kata kunci :** *Strategi T3, Fuzzy c-means*

## I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu pendekatan untuk mengukur tingkat keberhasilan pembangunan manusia. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 20 tahun 2003 mengenai perluasan akses pendidikan peningkatan mutu, relevansi, dan daya saing keluaran pendidikan Kementerian Pendidikan Nasional (Kemendiknas) telah menyusun rencana strategis tahun 2010-2014 untuk memperoleh layanan pendidikan. Layanan pendidikan adalah salah satu pembangunan pendidikan yang penting karena dapat menentukan hasil lulusan yang berpotensi. Pemerintah telah merencanakan strategi pencapaian untuk meningkatkan layanan pendidikan untuk tiap jenjang pendidikan. Penelitian ini lebih menitikberatkan pada strategi pencapaian kode T3 untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Kebijakan penting pemerintah (Depdiknas) tahun 2010-2014

adalah mempunyai program dalam dunia pendidikan, yaitu memperbanyak jumlah siswa SMK daripada siswa SMA. Kebijakan ini bertujuan untuk menghasilkan sumber daya manusia yang memiliki kemampuan, keterampilan dan keahlian, sehingga lulusannya dapat mengembangkan kinerja apabila terjun dalam dunia kerja. Kebijakan pemerintah yang baru yaitu perbandingan untuk SMK sebanyak 70% dan 30% untuk SMA sampai dengan tahun 2014. Kebijakan ini di berlakukan karena informasi yang diperoleh bahwa perbandingan persentase Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) lulusan SMK lebih rendah daripada lulusan SMA (BPS, 2009). Oleh karena itu untuk mengurangi TPT dapat meningkatkan layanan pendidikan. Dalam penelitian ini akan menggunakan metode pengelompokan untuk mengetahui kelompok mana saja yang perlu diperhatikan terkait nantinya dalam penerapan kebijakan di masing-masing kabupaten/kota.

Beberapa penelitian tentang SMK sudah banyak dilakukan sebelumnya diantaranya yaitu Farida (2008) meneliti tentang studi kasus akreditasi SMK di Jawa Timur untuk menentukan model akreditasi sekolah berdasarkan faktor-faktor yang terdapat dalam profil sekolah. Beberapa macam metode pengelompokan yang diteliti tingkat kebaikannya dan diterapkan pada beberapa kasus. Mingoti & Lima (2006) membuktikan bahwa diantara metode pengelompokan hirarki tradisional (*single linkage, complete linkage, dan sebagainya*), *c-means, fuzzy c-means* dan *SOM neural network*, metode *fuzzy c-means* yang memiliki hasil paling baik terutama pada kasus *outlier* dan *overlapping*. Berdasarkan rujukan dari Mingoti dan Lima (2006) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa pada kasus dengan data *outlier* sebesar 10%, 20%, 40% (nonoverlapping) dengan data pengamatan sebanyak 500 data menyimpulkan bahwa metode *Fuzzy C-Means* lebih baik dengan kriteria *icdrate* terkecil. Kemudian dengan data *outlier* sebesar 40% dan 80% (overlapping) dengan data pengamatan sebanyak 500 data menghasilkan kesimpulan yang sama bahwa *Fuzzy C-Means* lebih baik.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan hasil perbandingan pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan indikator pencapaian strategi T3 untuk Sekolah Menengah Kejuruan dengan metode *Fuzzy C-Means*. Dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu menunjukkan kelompok-kelompok kabupaten/kota dan permasalahan-permasalahannya yang perlu mendapatkan perhatian intens dalam upaya penurunan TPT.

Penelitian ini diharapkan menghasilkan luaran berupa artikel ilmiah tentang pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan indikator pencapaian strategi T3 untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dengan metode *fuzzy c-mean*.

Manfaat dari penelitian ini secara statistik yaitu untuk mengembangkan ilmu statistika khususnya tentang metode pengelompokan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi pemerintah wilayah Jawa Timur dalam menangani masalah layanan pendidikan. Selain menghasilkan kelompok, penelitian ini juga membandingkan hasil kriteria perkelompok dengan nilai target pemerintah yang sudah ditetapkan sebagai acuan untuk memperoleh informasi kelompok mana yang masih berada di bawah target pemerintah maupun di atas target sehingga pemerintah wilayah Jawa timur dapat menyusun program untuk meningkatkan layanan pendidikan sampai berhasil di atas target pemerintah yang telah ditetapkan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Analisis Faktor

Analisis faktor merupakan suatu analisis data yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang dominan dalam menjelaskan suatu masalah. Analisis faktor dapat menggambarkan variabel-variabel yang saling berkorelasi dengan kuantitas random yang disebut sebagai faktor. Secara garis besar, dengan analisis faktor akan didapatkan beberapa faktor yang mampu menerangkan semaksimal mungkin keragaman dari variabel-variabel asli tanpa kehilangan banyak informasi dan antar faktor pun bersifat saling bebas (Johnson dan Wichern, 2002).

Variabel random  $X$  dengan variabel sebanyak  $p$ , yang memiliki rata-rata  $\mu$  dan matrik kovarians  $\Sigma$ , maka model faktor dari  $X$  yang merupakan kombinasi linier beberapa variabel saling bebas yang tidak teramati adalah  $F_1, F_2, \dots, F_m$  sebagai *common factors* dan ditambahkan dengan  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$  disebut *specific factor* (Johnson & Wichern, 2002).

Beberapa hal yang harus dipenuhi sebelum dilakukan analisis faktor adalah adanya korelasi antar variabel dan adanya kecukupan sampel. Pengujian independensi dapat dilakukan dengan *Barlett test of Sphericity* seperti pada persamaan (1) dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \rho = I$$

$$H_1 : \rho \neq I$$

Statistik Uji

$$\chi^2_{hitung} = - \left[ (n-1) - \frac{(2p+5)}{6} \right] \ln|R| \quad (1)$$

dimana,  $n$  = Jumlah observasi

$p$  = Jumlah variabel

$|R|$  = Determinan dari matriks korelasi

Keputusan

Tolak  $H_0$  jika nilai  $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{\alpha, \frac{p(p-1)}{2}}$

Untuk kecukupan sampel dapat diukur berdasarkan nilai *Kaizer-Meyer-Olkin* (KMO) dari *measure of sampling adequacy* yang ditunjukkan oleh persamaan (2) dengan hipotesis sebagai berikut

$H_0$  : Jumlah data sudah cukup untuk difaktorkan

$H_1$  : Jumlah data tidak cukup untuk difaktorkan

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum a_{ij}^2} \quad (2)$$

dengan  $r_{ij}^2$  adalah korelasi antara variabel  $i$  dan  $j$ , sedangkan  $a_{ij}^2$  adalah korelasi parsial antara variabel  $i$  dan  $j$ . Sampel akan dikatakan layak untuk dilakukan analisis faktor bilamana  $KMO > 0,5$  (Hair,dkk 2010).

### B. Metode Pengelompokan

Pengelompokan terdapat dua macam metode yaitu metode hirarki dan nonhirarki. Perbedaan yang terlihat jelas adalah pada permulaan prosedurnya, dimana metode hirarki mengelompokkan suatu pengamatan secara bertahap, sedangkan pada metode nonhirarki dilakukan dengan melakukan partisi pada ruang sampel (Johnson dan wichern, 2002). Penelitian kali ini akan dilakukan pengelompokan dengan metode nonhirarki yaitu *Fuzzy C-Mean* (FCM) dan *C-Means* (CM). Fungsi jarak yang sering digunakan adalah *euclidean*, dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut persamaan (3) (Johnson dan Wichern, 2002).

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (3)$$

Dengan  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $k = 1, 2, \dots, p$ ;  $i \neq j$

Dimana  $d(x_i, x_j)$  merupakan jarak antara dua objek  $i$  dan  $j$ ,  $x_{ik}$  adalah objek  $i$  pada variabel  $k$  dan  $x_{jk}$  merupakan nilai objek  $j$  pada variabel  $k$ .

#### a. C-Means

*C-Means* merupakan salah satu metode data clustering nonhirarki yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk satu atau lebih cluster/kelompok. Tujuan dari data clustering ini adalah untuk meminimalisasikan *objective function* yang diset dalam proses clustering, yang pada umumnya berusaha meminimalisasikan variasi di dalam suatu cluster dan memaksimalkan variasi antar cluster (Agusta, 2007).

Pengelompokan metode *C-Means* didasarkan pada nilai fungsi keanggotaannya, dimana fungsi keanggotaannya merupakan jarak minimum antara objek dengan pusat kelompok. Fungsi keanggotaan setiap observasi diperoleh melalui iterasi yang maksimal, dimana tidak ada anggota yang masuk maupun keluar lagi. Pada intinya, algoritma *C-*

Means bertujuan untuk meminimisasi fungsi objektif yang merupakan fungsi eror kuadrat.

Misalkan  $X$  adalah data observasi,  $\mu$  adalah fungsi keanggotaan dan  $v$  adalah pusat kelompok (*cluster*). Maka fungsi keanggotaan *C-Means* didefinisikan pada persamaan (4) dan fungsi objektif didefinisikan pada persamaan (5) (James C. Bezdek, 1998).

$$u_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika } d = \min \|x_i - v_j\| \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (4)$$

$$P = \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^n u_{ij} \|x_i - v_j\|^2 \quad (5)$$

dimana  $u_{ij}$  = keanggotaan data ke- $i$  ke dalam kelompok ke- $j$ ,  $i=1,2,\dots,n$ ;  $j=1,2,\dots,c$ ,  $v_j$  adalah pusat kelompok ke- $j$ , dan  $x_i$  adalah objek ke- $i$  dan  $u_{ij}$  bernilai 0 atau 1.

### C. Fuzzy c-means

*Fuzzy C-Means* (FCM) merupakan salah satu metode pengelompokan yang dikembangkan dari *C-Means* dengan menerapkan sifat *fuzzy* dalam fungsi keanggotaannya. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981. Sebenarnya metode ini sudah dibuat oleh Dunn pada tahun 1973 dan kemudian dikembangkan oleh Bezdek. Metode ini sering sekali digunakan dalam pembentukan pola dan *robust* terhadap suatu kejadian *outlier* maupun *overlapping cluster*.

Diperkenalkan juga variabel  $w$  yang merupakan *weighting exponent* dari derajat keanggotaan. Variabel ini dapat mengubah besaran pengaruh derajat keanggotaan dalam proses clustering menggunakan metode *Fuzzy C-Means*, dimana mempunyai jangkauan  $w > 1$ . Sampai saat ini tidak ada ketentuan yang jelas berapa besar nilai  $w$  yang optimal dalam melakukan proses optimasi suatu permasalahan clustering. Nilai  $w$  yang umumnya digunakan adalah 2. Peningkatan  $w$  dengan nilai 2 akan mengakibatkan hasil menjadi semakin samar dan menunjukkan bahwa fungsi objektif bernilai minimum.

Misalkan  $X$  merupakan himpunan  $n$  objek dan  $p$  variabel. Maka fungsi objektif FCM ditunjukkan pada persamaan (6)

$$P = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^c u_{ij}^w (d_{ij})^2 \quad (6)$$

dimana  $n$  = banyaknya data,  $c$  = banyaknya kelompok,  $u_{ij}$  = keanggotaan data ke- $i$  kelompok ke- $j$ ,  $d_{ij} = d(x_i - v_j) = [\sum_{l=1}^p (x_{il} - v_{jl})]^2$  dengan  $x_i$  yaitu objek ke- $i$  dan  $v_j$  yaitu pusat kelompok ke- $j$  dengan  $p$  = banyaknya variabel dan dibatasi

$$\sum_{j=1}^c u_{ij} = 1, \quad u_{ij} \in [0,1], \quad 1 \leq i \leq n$$

Fungsi objektif pada FCM diboboti oleh derajat keanggotaan  $u$  dimana  $c$  adalah banyaknya kelompok dan  $n$  adalah banyaknya objek yang akan dikelompokkan. Sedangkan  $w$  adalah nilai pangkat pembobot yang besarnya lebih besar dari 1, dan seringkali ditentukan sebesar 2 oleh Bezdek. Dalam FCM. Dari beberapa penelitian untuk *clustering*, pengukuran jarak yang pada

umumnya sering digunakan adalah jarak *euclidean*.

Sedangkan fungsi keanggotaan dan pusat cluster FCM berturut-turut ditunjukkan pada persamaan (7) dan persamaan (8).

$$u_{ij} = \left[ \sum_l^c \left( \frac{d_{il}}{d_{il}} \right)^{\frac{2}{w-1}} \right]^{-1} \quad (7)$$

$$v_j = \frac{\sum_{i=1}^n u_{ij}^w x_i}{\sum_{i=1}^n u_{ij}^w} \quad (8)$$

dimana  $1 \leq l \leq c$ .

### D. Multivariate Analysis of Varians (MANOVA)

*Multivariate Analyze of Varians* (MANOVA) adalah suatu teknik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dua populasi atau lebih. Pengertian tersebut menjelaskan bahwa metode analisis varians multivariat digunakan untuk mengkaji pengaruh dari satu atau lebih suatu perlakuan terhadap respon (Johnson & Wichern, 2002). Uji MANOVA dilakukan setelah data memenuhi asumsi-asumsi sebagai berikut.

1. Matriks varians kovarians antar perlakuan identik/homogen.
2. Setiap populasi memiliki distribusi multivariat normal (Johnson & Wichern, 2002).

Adapun susunan tabel MANOVA ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tabel MANOVA

Sumber variasi	Matrik Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas
Perlakuan	$B = \sum_{j=1}^g n_j (\bar{x}_j - \bar{x})(\bar{x}_j - \bar{x})^T$	$g-1$
Residual	$W = \sum_{j=1}^{n_g} \sum_{i=1}^g (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ij} - \bar{x}_j)^T$	$n-g$
Total Terkoreksi	$B + W = \sum_{j=1}^g \sum_{i=1}^g (\bar{x}_{ij} - \bar{x})(\bar{x}_{ij} - \bar{x})^T$	$n-1$

Pada pengujian MANOVA diberikan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_g = \mu$$

$$H_1: \text{minimal ada dua } \mu_j \text{ yang tidak sama } (j = 1, 2, \dots, g)$$

$$\text{Statisti Uji: } \Lambda^* = \frac{|W|}{|B+W|} \quad (10)$$

$$H_0 \quad \text{ditolak} \quad \text{jika} \quad \Lambda^* > F_{n_g-1, n-n_g}(\alpha)$$

(Johnson & Wichern, 2002).

Keterangan :

W : Matriks *sum of square residuals*

B : Matriks *sum of square tretment*

$n$  : jumlah sampel

$g$  : Banyaknya kelompok

$n_g$  : Banyak anggota pada kelompok  $g$

### E. Strategi Pencapaian T3

T3 merupakan kode pada salah satu strategi kemendiknas yang dikhususkan untuk pendidikan menengah kejuruan. Tujuan strategi T3 yaitu tersedia dan terjangkau layanan pendidikan yang bermutu, relevan

dan berkesetaraan di semua provinsi, kabupaten dan kota, dicapai dengan menggunakan strategi sebagai berikut

1. Penyediaan pendidik pendidikan menengah kejuruan yang berkompeten yang merata diseluruh kabupaten dan kota di Jawa Timur yang meliputi pemenuhan guru SMK yang berkualifikasi.
2. Penyediaan manajemen SMK yang merata di seluruh kabupaten dan kota di Jawa Timur yang meliputi pemenuhan kepala satuan pendidikan, pengawas, dan tenaga administrasi.
3. Penyediaan dan pengembangan sistem pembelajaran, data dan informasi berbasis riset dan standart mutu pendidikan menengah kejuruan, serta keterlaksanaan akreditasi pendidikan menengah kejuruan.
4. Penyediaan dan peningkatan sarana dan prasarana untuk penerapan sistem pembelajaran SMK yang berbasis keunggulan Lokal dan relevan dengan kebutuhan daerah yang merata diseluruh kabupaten dan kota di Jawa Timur.
5. Penyediaan subsidi untuk meningkatkan keterjangkauan layanan pendidikan SMK berkualitas yang merata di seluruh kabupaten dan kota di Jawa Timur.

Berikut adalah Target tiap indikator dengan kemendiknas tahun 2010 yang harus tercapai untuk tiap kabupaten dan provinsi.

TABEL 2. TABEL KRITERIA TARGET KEMENDIKNAS TAHUN 2010

Variabel	Target (%)
(%) Tenaga pendidik berkualifikasi $\geq$ SI ( $x_1$ )	87,6
(%) SMK berwawasan PUP3B ( $x_2$ )	16
(%) SMK bekerjasama industri ( $x_3$ )	23,4
(%) SMK yang berakreditasi $\leq$ B ( $x_4$ )	22
(%) SMK ber-ISO 9001-2008 ( $x_5$ )	15
(%) SMK yang terakreditasi/diakui ( $x_6$ )	74
(%) SMK yang memiliki Lab multimedia.sesuai standart ( $x_7$ )	70
(%) Guru bersertifikasi ( $x_8$ )	20
(%) SMK yang menerapkan E-Pembelajaran ( $x_9$ )	30
(%) Kepala Sekolah beasiswa S2 ( $x_{10}$ )	10

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Timur. Data ini mencakup data yang mendukung indikator strategi pencapaian T3 khusus SMK di Jawa Timur tahun 2010.

Variabel yang digunakan adalah data kabupaten dan kota se-Jawa Timur yang mendukung indikator keberhasilan strategi pencapaian T3 untuk Sekolah Menengah Kejuruan

(SMK) di Jawa Timur tahun 2010. Variabel-variabel (Indikator) yang akan digunakan sebagai berikut:

1. Persentase tenaga pendidik yang berkualifikasi S1/D4 sebagai  $x_1$ .
2. Persentase SMK berwawasan Pendidikan untuk pengembangan, pengembangan, dan/atau Pembangunan Berkelanjutan (PuP3B) ( $x_2$ )
3. Persentase SMK yang memiliki kerjasama industri kreatif sebagai  $x_3$
4. Persentase SMK yang berakreditasi  $\geq$  B sebagai  $x_4$
5. Persentase SMK yang bersertifikat ISO 9001:2008 sebagai  $x_5$
6. Persentase SMK yang terakreditasi/diakui sebagai  $x_6$
7. Persentase SMK yang memiliki laboratorium multi. sesuai standart SMK sebagai  $x_7$
8. Persentase Guru bersertifikasi sebagai  $x_8$
9. Persentase SMK yang menerapkan E-Pembelajaran sebagai  $x_9$
10. Persentase kepala sekolah SMK yang mengikuti Pelatihan Profesional Berkelanjutan dan berbeasiswa S2 sebagai  $x_{10}$

Kabupaten/kota di Jawa Timur yang akan dikelompokkan berdasarkan Indikator strategi pencapaian T3 untuk SMK terdapat 38 wilayah dengan 29 kabupaten dan 9 kota.

### 3. Langkah Analisis

Beberapa tahapan dalam melakukan analisis, di antaranya sebagai berikut:

1. Pengambilan data
2. Pengolahan data
 

Setelah mendapatkan data, maka data tersebut diolah dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Langkah-langkahnya sebagai berikut.

  - a. Mendeskripsikan secara statistik kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan indikator pencapaian strategi T3 Untuk Sekolah Menengah Kejuruan dengan statistika deskriptif.
  - b. Melakukan penyelidikan apakah terdapat korelasi yang signifikan antar variabel dengan menggunakan tes Barlett dan KMO untuk kelayakan.
  - c. Mendapatkan kelompok kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan indikator pencapaian strategi T3 untuk Sekolah Menengah Kejuruan dengan metode *Fuzzy C-Means*.
  - d. Membandingkan hasil pengelompokan dengan nilai target/standart kinerja kemendiknas tahun 2010 tentang layanan pendidikan yang sudah ditetapkan sebagai acuan untuk memperoleh informasi.
  - e. Mengevaluasi dengan uji Manova dan mendeskripsikan karakteristik untuk setiap kelompok kabupaten/kota di Jawa Timur.

### IV . ANALISA DAN DISKUSI

Secara statistik tahun 2010, deskripsi mengenai indikator-indikator pencapaian strategi T3 yang berkaitan

dengan layanan pendidikan untuk SMK dapat diketahui berdasarkan ukuran pemusatan dan ukuran penyebaran. Rata-rata layanan pendidikan untuk SMK di Jawa Timur pada tahun 2010 yang ditunjukkan oleh Tabel 3 tercatat memiliki 90,56% guru yang berkualifikasi SI menunjukkan bahwa rata-rata tiap kabupaten dan kota sudah berada lebih dari target kemendiknas yaitu berada diatas 87,6%. Selain itu dilihat dari guru bersertifikasi yang sesuai dengan kriteria standart SMK sebesar 12,88%. Untuk indikator ini seluruh kabupaten/kota di Jawa timur tidak memenuhi target yang ditentukan kemendiknas sebesar

TABEL 3. DESKRIPSI STATISTIK INDIKATOR-INDIKATOR PENCAPAIAN STRATEGI T3 PADA TAHUN 2010 DI JAWA TIMUR

Variabel	Mean	StDev	Min	Max
(%) Tenaga pendidik berkualifikasi SI ( $x_1$ )	90,56	4,41	82	98,728
(%) SMK berwawasan PUP3B ( $x_2$ )	3,656	3,01	0	10
(%) SMK bekerjasama industri ( $x_3$ )	33,74	19,8	0	75
(%) SMK yang berakreditasi $\geq B$ ( $x_4$ )	38,79	28	0	100
(%) SMK ber-ISO 9001-2008 ( $x_5$ )	4,54	6,22	0	32,7
((%) SMK yang terakreditasi/diakui ( $x_6$ )	63,02	24	15	100
(%) SMK yang memiliki Lab.Multi.sesuai standart ( $x_7$ )	89,99	6,93	71	98,82
(%) Guru bersertifikasi ( $x_8$ )	12,88	5,31	5	31,21
(%) SMK yang menerapkan E-Pembelajaran ( $x_9$ )	17,6	12,9	0	52,25
(%) Kepala Sekolah ikut serta pelatihan dan berbeasiswa S2 ( $x_{10}$ )	17,97	10,6	0	44,44

Di antara beberapa variabel yang ditunjukkan oleh Tabel 3, keragaman tertinggi ditunjukkan oleh besarnya persentasi SMK yang memiliki kerjasama industri dengan beberapa perusahaan yang kreatif yaitu sebesar 19,8% dimana hampir SMK tiap kabupaten/kota di Jawa Timur menjalin kerjasama ini pada tahun 2010. Untuk mengetahui keragaman terutama adanya *outlier* pada setiap variabel, maka perlu digambarkan melalui boxplot. Agar keragaman dapat dilihat secara serentak, maka perlu dilakukan standarisasi untuk semua variabel. Standarisasi tersebut untuk menyamakan satuan, sehingga keragaman masing-masing variabel dapat disajikan secara bersama dalam satu diagram yaitu pada Gambar1.

$\geq 20\%$ . Rata-rata terendah pada variabel SMK berwawasan PUP3B sebesar 3,656%, dimana kondisinya sangat jauh yang diharapkan oleh kemendiknas yaitu sebesar  $\geq 16\%$  tiap kabupaten/ kota. Kondisi penunjang tingginya layanan pendidikan untuk SMK di Jawa Timur salah satunya adalah SMK yang memiliki kerjasama industri. Tabel 3 menunjukkan bahwa SMK yang memiliki kerjasama industri sebesar 33,74% dari 1245 jumlah SMK di Jawa Timur dan sudah memenuhi standart yaitu berada diatas 23,4%.

Gambar 1 menunjukkan bahwa variabel-variabel yang mempengaruhi layanan pendidikan SMK tampak beragam pada beberapa kabupaten/kota di Jawa Timur. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa terdapat satu kabupaten/kota yang memiliki variabel layanan pendidikan yang sangat tinggi bahkan di luar biasa (*outlier*). *Outlier* pada kasus data ini sebesar 13,12% dengan jumlah 38 data pengamatan.

## 2. Analisis Faktor

Dalam melakukan pengelompokan dengan menggunakan jarak *Euclidean*, korelasi antar variabel harus diatasi dengan menggunakan analisis faktor. Adanya korelasi tersebut dapat diketahui dari hasil pengujian dependensi dengan tes Barlett, dimana hipotesisnya adalah sebagai berikut. Adanya korelasi antar variabel dapat diketahui melalui pengujian independensi dengan tes Barlett, dimana hipotesisnya sebagai berikut.

$$H_0 : \rho = I$$

$$H_1 : \rho \neq I$$

Keputusan tolak  $H_0$  bilamana  $p\text{-value} < \alpha$  ( $\alpha = 5\%$ )

TABEL 4. UJI KELAYAKAN ANALISIS FAKTOR

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,606
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	92,36
	Df	45
	p-value	0,000

Tabel 4 menunjukkan hasil tes barlett bahwa terdapat korelasi antar variabel. Pemeriksaan kecukupan sampel dapat dikatakan bahwa analisis faktor layak dilakukan. Pengujian dilakukan secara multivariat dengan tes KMO dimana analisis faktor dikatakan layak untuk dilakukan karena nilai KMO lebih besar dari 0,5 yaitu 0,606. Ekstraksi variabel dilakukan dengan metode *principal component* dengan analisis matrik korelasi. Selain itu juga dilakukan rotasi *varimax* untuk memudahkan dalam interpretasi. Berdasarkan hasil nilai eigen yang bernilai lebih besar dari 1 terletak pada faktor sebanyak 4. Selain itu, juga dapat diketahui bahwa dari kesepuluh variabel asli dapat diwakili dengan 4 faktor sebesar 70,82%. Sepuluh variabel yang berpengaruh terhadap pencapaian strategi T3 cukup direduksi menjadi 4 faktor. Berdasarkan nilai *loading factor*, dapat diperoleh variabel-variabel apa saja yang tereduksi menjadi suatu faktor.

TABEL 5. LOADING FACTOR DENGAN ROTASI VARIMAX

Variabel	Loading Factor			
	<i>I1</i>	<i>I2</i>	<i>I3</i>	<i>I4</i>
$x_1$	0,1648	<b>0,7662</b>	0,1679	0,0378
$x_2$	<b>0,8642</b>	0,0706	-0,0869	0,0669
$x_3$	0,27	<b>-0,8251</b>	0,0491	0,0265
$x_4$	<b>0,7862</b>	-0,2204	0,2618	0,1046
$x_5$	<b>0,7187</b>	-0,1891	-0,027	-0,3822
$x_6$	0,3299	<b>-0,6093</b>	0,3101	-0,0976
$x_7$	-0,3589	0,0287	<b>0,803</b>	-0,1018
$x_8$	0,0131	-0,0245	0,0102	<b>-0,9433</b>
$x_9$	0,2637	0,3311	<b>0,5471</b>	-0,0638
$x_{10}$	0,2377	-0,3419	<b>0,7196</b>	0,1934

**Keterangan:**

Yang di **bold** mempunyai nilai *loading* (korelasi) tinggi

Tabel 5 menunjukkan bahwa variabel persentase SMK yang berakreditasi  $\geq B$  ( $x_4$ ), SMK berwawasan PUP3B ( $x_2$ ), dan SMK ber-ISO 9001-2008 ( $x_5$ ) terwakilkan oleh faktor 1. Ketiga variabel tersebut merupakan variabel-variabel yang cenderung menggambarkan tentang manajemen mutu sehingga dapat memperbaiki produktivitas dan efisiensi. Tenaga pendidik berkualifikasi S1 ( $x_1$ ), SMK yang memiliki kerjasama industri kreatif ( $x_3$ ), SMK yang terakreditasi/diakui ( $x_6$ ), terwakilkan oleh faktor 2. Ketiga variabel menggambarkan tentang internal proses dari layanan pendidikan. Faktor 3 merupakan variabel baru yang mewakili persentase SMK yang memiliki laboratorium multimedia sesuai standart ( $x_7$ ), SMK yang menerapkan E-Pembelajaran ( $x_9$ ), kepala sekolah berbeasiswa S2 dan pelatihan profesional ( $x_{10}$ ) yang menggambarkan tentang fasilitas pendidikan yang menunjang perkembangan siswa dan tenaga pengajar. Persentase guru bersertifikasi ( $x_8$ ) merupakan variabel yang tidak berkorelasi dengan variabel manapun, dan variabel ini diwakili oleh faktor 4 yang menggambarkan tentang kinerja guru.

**3. Analisis Pengelompokan**

Pengelompokan nonhirarki perlu menentukan terlebih dahulu banyaknya kelompok sebelum melakukan pengelompokan. Metode nonhirarki yang digunakan adalah metode *Fuzzy C-Means* (FCM), penentuan banyak kelompok yang optimum akan dilakukan dengan menentukan nilai *wilk's lambda* terkecil pada simulasi 2-7 kelompok dapat ditunjukkan pada Tabel 6. Banyak metode pengelompokan untuk menentukan kebaikan hasilnya dapat berbeda-beda. Menurut Mingoti dan Lima (2006), kebaikan hasil pengelompokan dapat dilihat dari penyebaran internal dalam kelompok atau disebut dengan *internal cluster dispersion rate* (*icdrate*). Semakin kecil nilai *icdratenya*, maka semakin baik hasil pengelompokan yang dilakukan metode tersebut.

Berikut hasil perhitungan beberapa kriteria dari masing-masing metode dengan simulasi kelompok 2-7 kelompok.

TABEL 6. KRITERIA DARI SETIAP METODE PENGELOMPOKAN DENGAN SIMULASI 2-7 KELOMPOK

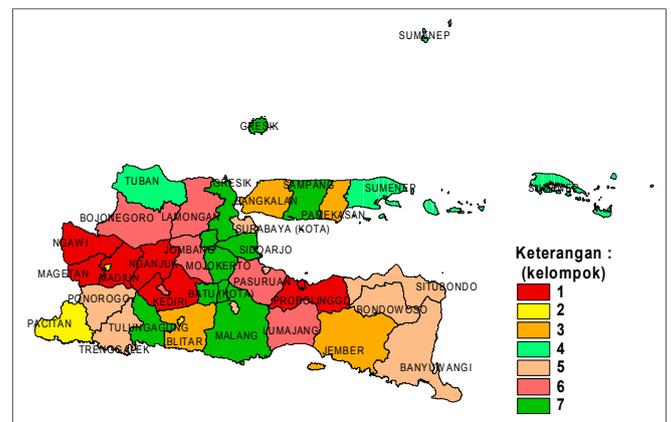
Kriteria	Metode	Banyak Kelompok					
		2	3	4	5	6	7
<i>wilk's lambda</i>	FCM	0,22	0,11	0,04	0,04	0,03	<b>0,014</b>
<i>a</i>		4	5	9	4	6	

Dalam penentuan simulasi sampai 7 kelompok dalam penelitian berdasarkan kriteria memenuhinya asumsi variabel dependen berdistribusi multivariat normal dan memenuhi asumsi matrik-kovarians. Kriteria selanjutnya dapat dilihat bahwa pada simulasi sampai 7 kelompok tidak ada kelompok yang hanya beranggotakan 1 karena menghindari adanya hal tersebut maka simulasi sampai pada 7 kelompok dapat digunakan.

Berikut anggota kabupaten/kota pada setiap kelompok metode FCM di antaranya sebagai berikut.

- Kelompok 1 : Kab. Kediri, Kab. Probolinggo, Kab. Nganjuk, Kab. Madiun, Kab. Magetan, Kab. Ngawi, dan Kota Probolinggo
- Kelompok 2 : Kab. Pacitan, Kota Blitar, dan Kota Madiun
- Kelompok 3 : Kab. Blitar, Kab. Jember, Kab. Bangkalan, dan Kab. Pamekasan
- Kelompok 4 : Kab. Tuban dan Kab. Sumenep
- Kelompok 5 : Kab. Ponorogo, Kab. Trenggalek, Kab. Banyuwangi, Kab Bondowoso, Kab. Situbondo, Kota Malang, Kota Pasuruan, dan Kota Surabaya
- Kelompok 6 : Kab. Lumajang, Kab. Pasuruan, Kab. Jombang, Kab. Bojonegoro, Kab. Lamongan, dan Kota Kediri
- Kelompok 7 : Kab. Tulungagung, Kab. Malang, Kab. Sidoarjo, Kab. Mojokerto, Kab. Gresik, Kab. Sampang, Kota Mojokerto, dan Kota Batu

Adapun peta yang dapat menggambarkan hasil pengelompokan dengan metode *fuzzy c-Means* yaitu pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Pengelompokan Kabupaten/Kota Jawa Timur dengan Fuzzy C-Means

#### 4. Karakteristik Tiap kelompok

Kedua asumsi dalam melakukan uji perbedaan kelompok dengan MANOVA, baik distribusi multivariat normal maupun homogenitas matrik varians-kovarians telah terpenuhi secara statistik. Pengujian yang dilakukan MANOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata pada 7 kelompok yang dibentuk oleh FCM. Dengan demikian, adanya pengelompokan ini perlu dilakukan karena permasalahan layanan pendidikan berkaitan dengan pengaruh pada pencapaian strategi T3 di tiap kabupaten/kota berbeda-beda, sehingga penanganan dan kebijakannya pun juga bisa berbeda-beda. Menindaklanjuti hal tersebut, perlu diketahui karakteristik setiap kelompok berdasarkan indikator-indikator dalam pencapaian strategi T3. Pada Tabel 9 terlihat bahwa semua kelompok tidak memenuhi standart indikator SMK yang berwawasan PUP3B, ber-ISO dan guru yang bersertifikasi. Berikut penyajian Tabel 7 mengenai karakteristik dari masing-masing kelompok.

TABEL 7. KARAKTERISTIK MASING-MASING KELOMPOK

Variabel	Kelompok						
	1	2	3	4	5	6	7
$x_1$	M	M	T	<b>M</b>	M	M	M
$x_2$	T	T	T	T	T	T	T
$x_3$	M	M	M	T	<b>M</b>	T	M
$x_4$	T	M	T	T	<b>M</b>	M	M
$x_5$	T	T	T	T	T	T	T
$x_6$	T	T	T	T	<b>M</b>	T	T
$x_7$	<b>M</b>	<i>M</i>	M	M	M	M	M
$x_8$	T	T	T	T	T	T	T
$x_9$	T	T	T	T	T	<b>M</b>	T
$x_{10}$	M	T	T	M	<b>M</b>	M	M

#### Keterangan :

M = Memenuhi Target (yang ***bold*** memiliki rata-rata tertinggi dibandingkan kelompok lainnya dan yang di *italic* memiliki rata-rata terendah)  
 T = Tidak memenuhi

Karakteristik pada kelompok 5 yang begitu tampak berbeda dengan lainnya yaitu pada kelompok ini memiliki banyak kriteria yang paling menonjol diantaranya SMK yang bekerjasama industri, SMK yang berakreditasi  $\leq B$ , SMK yang terakreditasi, dan persentase kepala sekolah berbeasiswa S2 yang paling tinggi. Kelompok ini memiliki rata-rata paling baik diantara kelompok lainnya. Dapat dilihat bahwa tidak menjamin tingginya persentase guru berkualifikasi S1 dapat memberikan kontribusi yang tinggi terhadap indikator-indikator pencapaian strategi T3 lainnya.

Kelompok 6 merupakan kelompok yang memiliki persentase SMK yang menerapkan E-Pembelajaran paling tinggi dibandingkan dengan kelompok lainnya yaitu sebesar 33,17122%. Kelompok 7 secara statistik tidak ada yang paling menonjol, namun ada beberapa kriteria yang sudah memenuhi target di antaranya Tenaga pendidik berkualifikasi  $\geq S1$ , SMK bekerjasama industri, SMK yang berakreditasi  $\leq B$ , SMK yang memiliki Lab

multimedia.sesuai standart, dan Kepala Sekolah beasiswa S2.

#### V . SIMPULAN

Analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini menghasilkan pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan metode FCM menjadi beberapa kelompok berikut.

- Kelompok 1 : Kab. Kediri, Kab. Probolinggo, Kab. Nganjuk, Kab. Madiun, Kab. Magetan, Kab. Ngawi, dan Kota Probolinggo
  - Kelompok 2 : Kab. Pacitan, Kota Blitar, dan Kota Madiun
  - Kelompok 3 : Kab. Blitar, Kab. Jember, Kab. Bangkalan, dan Kab. Pamekasan
  - Kelompok 4 : Kab. Tuban dan Kab. Sumenep
  - Kelompok 5 : Kab. Ponorogo, Kab. Trenggalek, Kab. Banyuwangi, Kab Bondowoso, Kab. Situbondo, Kota Malang, Kota Pasuruan, dan Kota Surabaya
  - Kelompok 6 : Kab. Lumajang, Kab. Pasuruan, Kab. Jombang, Kab. Bojonegoro, Kab. Lamongan, dan Kota Kediri
  - Kelompok 7 : Kab. Tulungagung, Kab. Malang, Kab. Sidoarjo, Kab. Mojokerto, Kab. Gresik, Kab. Sampang, Kota Mojokerto, dan Kota Batu
- Masing-masing kelompok memiliki karakteristik dengan ciri ciri tersendiri di antaranya.
- Kelompok 1 : memiliki persentase SMK yang memiliki Lab multimedia sesuai standart sebesar 93,68% dan telah melebihi target pemerintah
  - Kelompok 2 : secara statistik tidak ada yang paling menonjol, hanya beberapa kriteria yang sudah memenuhi standart pemerintah yaitu untuk tenaga pendidik berkualifikasi  $\geq S1$ , SMK bekerjasama industri, SMK yang berakreditasi  $\leq B$ , SMK yang memiliki Lab multimedia sesuai standart
  - Kelompok 3 : secara statistik tidak ada yang paling menonjol hanya beberapa kriteria yang memenuhi standart yaitu SMK bekerjasama industri dan SMK yang memiliki Lab multimedia sesuai standart
  - Kelompok 4 : memiliki tenaga pendidik berkualifikasi  $\geq S1$  paling tinggi sebesar 95,38% dibandingkan dengan kelompok lainnya, sedangkan untuk SMK yang berakreditasi  $\leq B$  masih sangat di bawah target Pemerintah Kemendiknas tahun 2010
  - Kelompok 5 : memiliki banyak kriteria yang paling menonjol diantaranya SMK yang

- bekerjasama industri, SMK yang berakreditasi  $\leq B$ , SMK yang terakreditasi, dan persentase kepala sekolah berbeasiswa S2 yang paling tinggi
- Kelompok 6 : memiliki persentase SMK yang menerapkan E-pembelajaran paling tinggi dibandingkan dengan kelompok lainnya yaitu sebesar 33,17122%
- Kelompok 7 : secara statistik tidak ada yang paling menonjol, namun ada beberapa kriteria yang sudah memenuhi target di antaranya tenaga pendidik berkualifikasi  $\geq SI$ , SMK bekerjasama industri, SMK yang berakreditasi  $\leq B$ , SMK yang memiliki Lab multimedia sesuai standart, dan Kepala Sekolah beasiswa S2

Agar lebih optimal maka perbandingan yang dilakukan tidak hanya menggunakan metode *fuzzy c-means* tetapi dapat dibandingkan juga dengan metode *c-mean*, *possibilistic c-means*, *fuzzy possibilistic c-means* (FPCM) atau lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agusta, Yudi . (2007). C - Means Penerapan, Permasalahan dan Metode Terkait. Jurnal Sistem dan Informatika Vol.3 : 47-60.
- [2] Badan Pusat Statistik (BPS). (2009).Berita Resmi Statistika No.29/05/35/Th.VIII/10 Mei 2009.<<http://www.bps.go.id>. Diakses 9 September pukul 18.30 WIB>.
- [3] Farida, (2008). Akreditasi SMK di Jawa Timur untuk menentukan model akreditasi sekolah berdasarkan faktor-faktor yang terdapat dalam profil sekolah. Thesis, jurusan statistika, FMIPA, ITS, Surabaya.
- [4] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. (2010). Multivariate Data Analysis Seventh Edition.
- [5] Johnson, R.A. & Wichern, D.W. (2002). Applied Multivariate Statistical Analysis, 5th ed. New Jersey: Prentice Hall International Inc.
- [6] Kemendiknas. (2010). Rencana strategis Departemen Pendidikan nasional 2010-2014. Jakarta : Kementrian Pendidikan nasional.
- [7] Kusumadewi, dkk. (2006). Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM). Graha Ilmu : Yogyakarta
- [8] Mingoti, S.A & Lima, J.O.(2006). Comparing SOM neural Network with fuzzy c-Means, C-means and Traditional hierarchical clustering algorithms. European Journal of Operational Research 174: 1742-1759.
- [9] Nugrahani. (2009). Pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur Berdasarkan Tingkat Partisipasi Pendidikan. Tugas Akhir, Jurusan Statistika, FMIPA, ITS, Surabaya.
- [10] Rencher,A.R. (2002). Methods of Multivariate Analysis second Editional. John Wiley & Sons, Inc.New York.
- [11] Sukim. (2011). Metode c-means cluster dan fuzzy c-means cluster serta aplikasinya pada kasus pengelompokkan desa/kelurahan berdasarkan status ketertinggalan. Thesis, Jurusan Statistika, FMIPA, ITS, Surabaya.

– Halaman ini dikosongkan –

## **Teknik Informatika**

– Halaman ini dikosongkan –

# Implementasi *Web-Service* pada Sistem Pelayanan Perijinan Terpadu Satu Atap di Pemerintah Kota Palu

Mohammad Yazdi<sup>1)</sup>

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Tadulako  
Kampus Bumi Tadulako Tondo  
Jl. Soekarno Hatta Km. 9 Telp : (0451) 422611 – 422355 Fax : (0451) 422844  
Palu – Sulawesi Tengah 94118  
email : yazdi.diyana@gmail.com<sup>1)</sup>

**Abstrak** : Sistem Pelayanan Perijinan Satu Pintu adalah aplikasi yang dimaksudkan untuk memberikan informasi dan pelayanan perijinan bagi masyarakat dengan memanfaatkan peran teknologi informasi dan komunikasi, sehingga pelayanan publik dapat tercapai dengan optimal dalam transformasi Government menuju e-Government. Untuk itu, bentuk layanan perijinan meliputi pendaftaran dan perijinan, persyaratan untuk memperoleh ijin, prosedur perijinan, biaya dan waktu proses perijinan yang diperlukan. Pengembangan sistem ini belum sepenuhnya dapat mengintegrasikan sistem yang telah ada dalam proses penyelenggaraan pelayanan perijinan sehingga perlu dikembangkan dengan menerapkan teknologi web services. Dengan solusi tersebut, dihasilkan Sistem Informasi Pelayanan Terpadu berbasis Web Services di Pemerintah Kota Palu.

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah ini adalah metode siklus hidup pengembangan sistem informasi (Life Circle System Development Methodology) dengan pemodelan sistem meliputi perancangan logic sistem aplikasi, arsitektur sistem, dan perancangan visual modelling. Perancangan visual modelling mencakup use-case diagrams, class diagrams, sequence diagrams, collaboration diagrams, dan deployment diagrams.

Paper ini membahas tentang penerapan teknologi web service untuk melakukan integrasi sistem informasi pelayanan perijinan terpadu satu atap dari beberapa sistem informasi perijinan yang ada dengan platform yang berbeda.

**Keyword**-- *Web-service*, Teknologi Informasi, *e-Government*, LCSD

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Peran teknologi informasi melalui komputer di segala bidang membutuhkan suatu penanganan yang lebih teliti, akurat dan mendetail, sudah merupakan tuntunan dari perkembangan kebutuhan akan informasi itu sendiri. Pengaruh teknologi informasi begitu besar dalam berbagai segi kehidupan, baik secara individual maupun institusi.

Pada level atau organisasi perkembangan teknologi informasi tidak hanya berpengaruh pada bidang komunikasi namun juga pada segi pengambilan keputusan melalui otomasi dan kecepatan dalam pengolahan data yang pada tahap selanjutnya akan berpengaruh pada pelayanan (*service*).

Pelayanan tersebut membantu dalam meningkatkan kinerja pemerintah dalam aktivitas pelayanan publik yang optimal.

Dalam implementasi optimalisasi pelayanan publik tersebut, dibutuhkan sebuah teknologi yang memungkinkan bentuk akhir dari sebuah program atau aplikasi komputer adalah berupa sebuah *service* atau fungsi yang melakukan sebuah tugas atau proses yang spesifik dan dikenal dengan istilah *web-service*. Konsep ini adalah pengembangan aplikasi berbasis web (*web-based application*), atau sebagian pemahaman yang menyebutkan bahwa website/homepage adalah aplikasi berbasis web, dengan penekanan pada kebutuhan akan koneksi atau hubungan antar aplikasi.

Namun teknologi ini dianggap masih memiliki keterbatasan, yaitu: adanya kesulitan untuk dilakukan silang teknologi antara sistem operasi yang satu dengan sistem operasi yang lain, maupun antara satu bahasa pemrograman dengan bahasa pemrograman yang lain (Manes, 2001).

Bertolak dari adanya teknologi *web-service* yang memungkinkan perpaduan fungsi-fungsi dalam membangun sebuah program aplikasi tanpa bergantung lagi pada sistem operasi maupun bahasa pemrograman yang digunakan, maka diambil topik pembahasan mengenai *web-service* dan mengimplementasikannya untuk membangun *service* untuk integrasi sistem perijinan dan non perijinan (penerbitan akte) yang ada Pemerintah Kota Palu. *Service* tersebut dikembangkan dengan tujuan untuk melihat bagaimana *web-service* dapat mengakomodasi atau dimanfaatkan dalam membangun sebuah program aplikasi, memperlihatkan integrasi antar *web-service* serta untuk mengetahui apakah *web-service* dapat digunakan pada komputer dengan sistem operasi yang berbeda sehingga sistem informasi pelayanan satu atap dapat terbentuk melalui sistem terintegrasi (*integrated system*). Pertukaran data dan informasi tersebut dilakukan dengan menggunakan dokumen *eXtensible Markup Language (XML)*.

### B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan adalah bagaimana membangun suatu aplikasi yang mempunyai kemampuan untuk mendapatkan informasi dari beberapa

sistem yang *independent* dan dengan *platform* yang berbeda dengan saling terintegrasi.

### C. Batasan Masalah

Dari latar belakang dan rumusan masalah yang telah dijelaskan di atas, penulisan dibatasi pada implementasi teknologi *Web Service* sebagai alternatif solusi untuk integrasi sistem komputer yang berbeda *platform* untuk membangun aplikasi system informasi pelayanan perijinan terpadu satu atap di Pemerintah Kota Palu.

### D. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan makalah ini adalah :

- 1) *Membangun aplikasi perijinan terpadu satu atap dengan layanan akses data dan informasi lebih akurat dan terintegrasi.*
- 2) *Memfaatkan dan menerapkan teknologi Web Services sebagai teknologi integrasi sistem.*

### E. Manfaat Penulisan

Manfaat penulisan makalah ini adalah :

- 1) *Memberikan solusi layanan publik tentang pembuatan perijinan yang efektif dan optimal.*
- 2) *Dapat diaplikasikan menjadi perangkat lunak.*

## II. LANDASAN TEORI

### A. Web Service

Menurut Kreger (2001) *web-service* diartikan sebagai sebuah antar muka (*interface*) yang menggambarkan sekumpulan operasi-operasi yang dapat diakses melalui jaringan, misalnya internet, dalam bentuk pesan XML. Sedangkan menurut Manes (2001), *web-service* diartikan sebagai sepotong atau sebagian informasi atau proses yang dapat diakses oleh siapa saja, kapan saja dengan menggunakan piranti apa saja, tidak terikat dengan sistem operasi atau bahasa pemrograman yang digunakan.

Web service dapat dirancang untuk mendukung interoperabilitas mesin-ke-mesin yang dapat berinteraksi melalui jaringan. Web service memiliki antarmuka yang dijelaskan dalam format mesin-processable (khusus WSDL). Sistem lain berinteraksi dengan Web service dalam cara ditentukan oleh deskripsi dengan menggunakan pesan SOAP, biasanya disampaikan menggunakan HTTP dengan serialisasi XML dalam hubungannya dengan Web lainnya yang terkait standar. Web service juga memungkinkan untuk dipanggil dengan menggunakan protocol lain seperti SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), namun yang paling umum digunakan HTTP. Web Services dapat di definisikan sebagai aplikasi yang diakses oleh aplikasi yang lain. (Wijaya, 2012)



Gambar. 1 Implementasi *web-service*

Menurut Meiyanto (2001) pada sistem *multi-tier*, aplikasi maupun dokumen XML dapat dilewatkan ke pihak lain dan diolah oleh pihak tersebut. Dalam sistem ini dimungkinkan suatu aplikasi dapat mengambil data dari satu sumber tanpa harus tahu bahwa sebenarnya data tersebut dihasilkan melalui proses pengolahan oleh sistem lain sehingga dapat terjadi integrasi data maupun aplikasi yang sering disebut dengan A2A (*application to application*).

Dalam Kreger (2001) dikatakan bahwa model dari sebuah *web-service* didasarkan pada interaksi antara 3 komponen yang berperan dalam *web-service*, yaitu: *service provider*, *service registry* dan *service requestor/consumer*. Interaksi yang terjadi antara ketiga komponen tersebut juga melibatkan operasi *publish*, *find* dan *bind*. *Service provider* menyediakan *service* yang dapat diakses melalui jaringan komputer, misalnya internet. Kemudian, *service provider* mendeskripsikan *service* yang dibangun dan mem-*publish*-kan *service description* tersebut ke *service registry* atau secara langsung ke *service consumer*. *Service requestor/consumer* menggunakan operasi *find* untuk mendapatkan *service description* secara local maupun melalui *service registry*. *Service description* yang diperoleh itu kemudian digunakan untuk men-*bind* *service provider* dan berinteraksi dengan implementasi *web-service* yang akan digunakan tersebut.

### B. XML (*Extensible Markup Language*)

Menurut Walsh (1998), XML merupakan sebuah *Markup Language* untuk dokumentasi terstruktur. Dokumen-dokumen terstruktur adalah dokumen-dokumen yang mempunyai isi/*content* (kata, gambar) serta indikasi yang menyatakan makna dari *content* tersebut. XML mempunyai kelebihan sebagai berikut (Tidwell, 1999):

- 1) *XML tidak tergantung pada platform atau system operasi yang digunakan.*
- 2) *Hasil pencarian data lebih akurat.*
- 3) *Dokumen XML dapat diterjemahkan ke dalam beberapa format yang berbeda karena dalam XML data dan instruksi dipisahkan.*

Ada 6 jenis markup yang bisa muncul dalam sebuah dokumen XML yaitu:

- 1) *Elemen dan atribut. Elemen menyatakan sifat dari content yang dilingkupinya sedangkan atribut merupakan pasangan dari nama-nilai yang muncul dalam tag setelah nama elemen.*

2) *Entity reference*, digunakan supaya tanda markup dapat dimasukkan ke dalam dokumen XML dan dianggap sebagai content.

3) *Comment* atau komentar.

4) *Processing Instruction (PI)*, memungkinkan dokumen berisi suatu instruksi untuk suatu aplikasi.

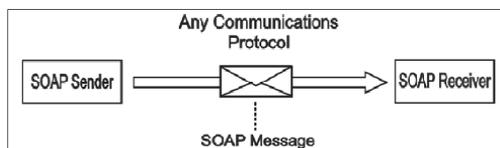
5) *CDATA Section*. Dalam sebuah dokumen, *CDATA Section* menginstruksikan parser untuk mengabaikan karakter-karakter tertentu yang mungkin akan dikenali sebagai karakter markup.

6) *Document Type Declaration (DTD)*. *DTD* berisi deklarasi markup yang memenuhi grammar untuk suatu kelas dokumen.

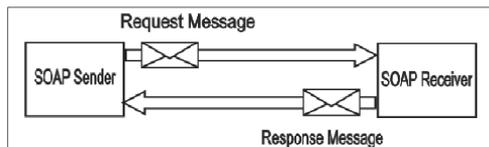
### C. SOAP (Simple Object Access Protocol)

SOAP (*Simple Object Access Protocol*) merupakan protokol yang digunakan untuk mempertukarkan data atau informasi dalam format XML (Scheinblum, 2001). SOAP dapat dikatakan sebagai gabungan antara HTTP dengan XML karena SOAP umumnya menggunakan protokol HTTP sebagai sarana transport datanya dan data yang akan dipertukarkan ditulis dalam format XML. Karena SOAP menggunakan HTTP dan XML maka SOAP memungkinkan pihak-pihak yang mempunyai platform, sistem operasi dan perangkat lunak yang berbeda dapat saling mempertukarkan datanya.

Pada dasarnya SOAP mengikuti model transmisi pesan HTTP yang bersifat *requestresponse* dimana parameter SOAP request diletakkan dalam HTTP request dan parameter SOAP response diletakkan dalam HTTP response.



Gambar 2. SOAP dengan sistem pesan sederhana



Gambar 3. SOAP dengan sistem pesan Request dan Response

### D. Web-services Description Language (WSDL)

Menurut Shohoud (2001) WSDL merupakan sebuah bahasa berbasis XML yang digunakan untuk mendefinisikan *web-service* dan menggambarkan bagaimana cara untuk mengakses *web-service* tersebut.

Deskripsi WSDL mendefinisikan sebuah service sebagai kumpulan dari port dimana tiap-tiap port didefinisikan secara abstrak sebagai *portType* yang mendukung sekumpulan operasi-operasi. Tiap-tiap operasi memproses sekumpulan pesan tertentu.

Dalam Manes (2001) disebutkan bahwa ada lima elemen utama dalam sebuah dokumen WSDL, yaitu:

1) Elemen *<type>*, berfungsi untuk mendefinisikan tipe data-tipe data yang digunakan dalam pesan.

2) Elemen *<message>*, berfungsi untuk mendefinisikan format dari sebuah pesan. Pesan digunakan sebagai struktur masukan (input) atau keluaran (output) bagi operasi.

3) Elemen *<portType>*, berfungsi untuk mendefinisikan sekumpulan operasi-operasi. Tiap-tiap elemen *<operation>* mendefinisikan sebuah operasi dan pesan masukan atau keluaran yang berkaitan dengan operasi tersebut.

4) Elemen *<binding>*, berfungsi untuk memetakan operasi-operasi dan pesan yang terdefiniskan pada port type ke protokol tertentu.

5) Elemen *<service>*, berfungsi untuk mendefinisikan sekumpulan port-port yang saling berhubungan. Elemen *<port>* memetakan binding ke lokasi dari sebuah *web-service*.

### E. Universal Description, Discovery and Integration (UDDI)

Menurut Ariba, IBM dan Microsoft (2000) UDDI merupakan suatu cara untuk mempublikasikan dan menemukan informasi tentang *web-service*. Dalam dunia internet sekarang ini, UDDI bisa dianalogikan dengan search engine. Perbedaan antara UDDI dengan search engine adalah bahwa search engine hanya berisi URL dari suatu website, search engine tidak dapat memberikan hasil misalnya berupa alamat e-mail. Karena search engine hanya berisi URL maka hanya ada satu format data yang dapat ditampilkan yaitu HTML. Search engine tidak dapat menampilkan dokumen SOAP maupun dokumen XML. Di samping itu, search engine tidak dapat digunakan untuk memanggil aplikasi lain yang terletak di tempat lain (*remote call*). Sedangkan UDDI mampu melakukan hal-hal yang tidak dapat dilakukan oleh search engine, misalnya memanggil aplikasi lain yang terletak secara *remote* (Accenture dkk, 2001).

Untuk mencari sebuah *web-service*, service consumer terlebih dahulu mengirimkan *query* ke UDDI registry untuk mencari service yang diinginkan. Dari tModel, service consumer akan mendapatkan deskripsi WSDL yang menyatakan

antarmuka service (*service interface*). Dengan menggunakan deskripsi WSDL yang telah diperoleh tersebut, service consumer dapat membuat sebuah pesan SOAP untuk berkomunikasi dengan *web-service* yang diinginkan.

### F. Sistem Informasi Pelayanan Perijinan Terpadu Satu Atap

Sistem Informasi Pelayanan Perijinan Satu Pintu adalah aplikasi yang dimaksudkan untuk memberikan informasi dan pelayanan perijinan bagi masyarakat yang meliputi jenis-jenis layanan pendaftaran dan perijinan, persyaratan untuk memperoleh ijin, prosedur perijinan, biaya dan waktu proses perijinan yang diperlukan. Aplikasi dilengkapi dengan formulir dari set dokumentasi yang dipakai untuk mengurus pendaftaran dan perijinan yang disimpan dalam suatu basis data sedemikian sehingga dapat dijamin keseragaman dan tertib administrasinya. Lahirnya Permendagri No. 24 tahun 2006 tentang Pedoman Penyelenggaraan Pelayanan Terpadu Satu Atap merupakan salah satu instrumen untuk menciptakan

iklim investasi yang kondusif bagi penanaman modal dan investasi sehingga lebih meningkatkan dan menggairahkan ekonomi kerakyatan serta perekonomian daerah.

Sistem Informasi terpadu ini juga mempunyai fungsi utama sebagai sistem permohonan perijinan terpadu. Contoh Fungsi :

1) Memberikan pelayanan perijinan meliputi kegiatan : menerima pendaftaran, penyeleksi persyaratan, memberikan keterangan, mengecek kemajuan proses penerbitan perijinan dan menindaklanjuti pengaduan/klaim dari masyarakat

2) Pengelolaan dan pengurusan ijin :

- Peruntukan tanah dan IMB
- SIUP
- HO
- Izin Usaha Jasa Telekomunikasi
- Izin Usaha Industri
- Izin Praktek Tenaga Kesehatan dan Sarana Kesehatan
- Izin Salon Kecantikan dan Pemangkas Rambut
- Izin Usaha Rumah makan
- Izin Usaha Pariwisata

3) Pengelolaan dan pengurusan pendaftaran

- Tanda Daftar Gudang
- Tanda Daftar Perusahaan

### III. PEMBAHASAN

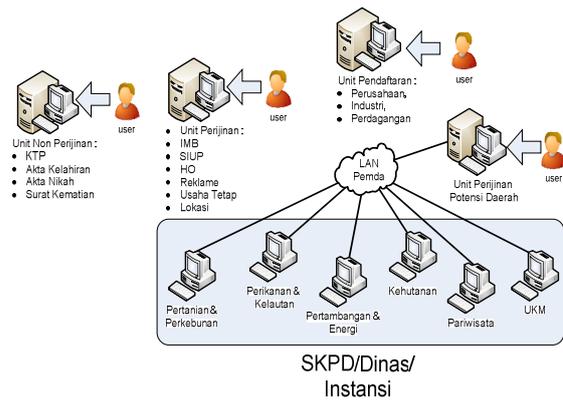
#### A. Analisis Sistem

Permasalahan yang perlu dianalisa pada makalah ini nanti adalah sistem pelayanan perijinan dan non perijinan (akte) yang telah ada di pemerintah kota Palu. Adapun skenario analisa sistem akan dibagi menjadi dua yaitu :

##### 1) Sistem Lama

Sistem pelayanan perijinan berbasis komputer di Pemerintah kota Palu masih parsial belum terintegrasi. Masing-masing unit perijinan memiliki otoritas sendiri dalam menerapkan aplikasi pengolahan data dan informasi. Mekanisme dan prosedur pun terjadi berdasarkan kebutuhan unit-unit tersebut.

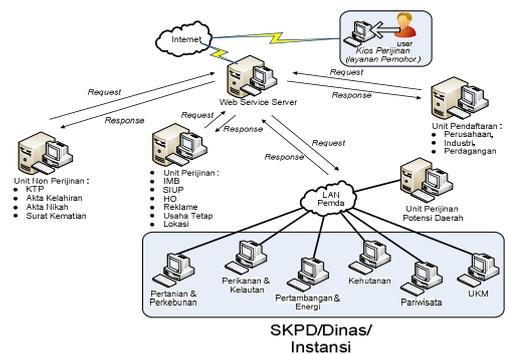
Sebenarnya tidak ada yang salah dengan metode seperti ini, namun seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan semakin hangatya isu integrasi data, maka metode tersebut akan menimbulkan masalah yang signifikan. permasalahan yang timbul dari penerapan metode tersebut antara lain adalah sistem dan mekanisme pembuatan perijinan relatif membutuhkan waktu karena masih dilakukan per unit, sehingga aksesibilitas informasi terjadi berulang dan melewati berbagai "pintu" dan rantai birokrasi yang cukup lama. Akibatnya efektifitas layanan publik tidak tercapai.



Gambar 4. Pelayanan Perijinan secara Parsial (Sistem Lama)

#### 2. Sistem Baru

Fokus permasalahan dari penerapan sistem di atas adalah masalah integrasi data. Masalah ini dapat diatasi dengan menggunakan alternatif solusi yang salah satu diantaranya adalah melakukan pembuatan sistem informasi pelayanan perijinan terpadu yang terintegrasi serta merupakan sistem baru. Hal tersebut berdampak pada besarnya anggaran yang dibutuhkan untuk pembuatan sistem tersebut. Berikut ini digambarkan rancangan sistem pelayanan perijinan terpadu, yaitu :



Gambar 5. Sistem Informasi Pelayanan Perijinan Terpadu Satu Atap terintegrasi melalui web-service

Dari sekian alternatif solusi penulis memilih teknologi *web service* untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan alasan-alasan sebagai berikut:

1) Dengan menggunakan *web service* masing-masing sistem yang notabene mempunyai platform yang berbeda dapat saling bertukar data dengan hanya membuat sebuah layanan berupa XML yang akan bisa diakses oleh semua platform.

2) *Web service* menggunakan XML sebagai format pertukaran data sehingga sistem perijinan pada tiap unit dapat saling terintegrasi.

#### B. Perancangan Sistem

##### 1) Identifikasi Kebutuhan Sistem

Sistem informasi pelayanan perijinan terpadu dengan menerapkan teknologi *web-service* diharapkan memenuhi kebutuhan :

- Memberikan pelayanan perijinan dan non perijinan secara terpadu dan optimal kepada user dengan hanya mengakses lewat layanan web yang terintegrasi.
- Konektifitas tiap unit berlangsung terpusat dan diintegrasikan melalui layanan *web service*. User hanya mendaftar melalui layanan perijinan yang ditentukan, kemudian petugas layanan perijinan melakukan akses data ke unit-unit yang sesuai dengan aktivitas akses data berupa entry data baru ataupun perpanjangan ijin.

### 2) Spesifikasi Perangkat Lunak

Berikut adalah beberapa spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dalam pembangunan sistem:

- Sistem operasi Microsoft Windows XP
- Macromedia Dreamweaver dan Notepad++ sebagai *tooleditor*
- JDK 1.6.0
- *Database engine* MySQL.
- Web browser Mozilla Firefox dan Internet Explorer
- Web server Apache Tomcat 6.0

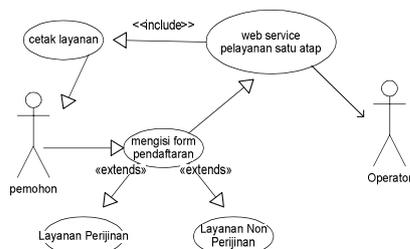
### 3) Perancangan Perangkat Lunak

UML merupakan bahasa pemodelan yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan, yang menggunakan standar notasi tertentu. UML juga menjadi standar industri yang dibuat di bawah pengawasan *Object Management Group (OMG)*. Untuk lebih menjelaskan perancangan aplikasi yang dibangun, digunakan 4 (empat) model diagram, yaitu : *use case diagram*, *class diagram*, *sequence diagram* dan *activity diagram*, *collaboration diagram*, dan *deployment diagram*.

### Use Case Diagram

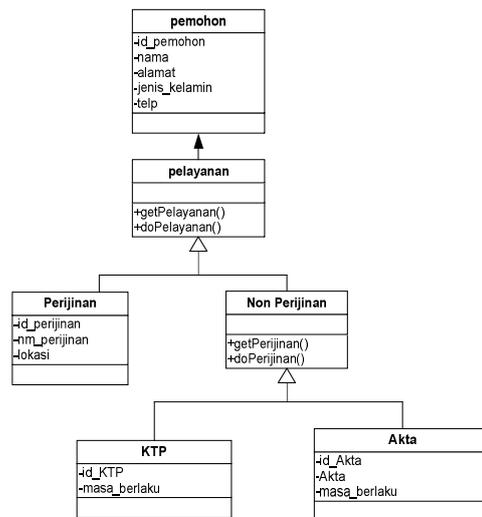
*Use case diagram* menggambarkan fungsi-fungsi yang berlangsung dilihat dari sisi pengguna. *Use case* merupakan skenario tertulis dari suatu proses bisnis. Pada rancangan yang dibuat, hanya terdapat 2 (dua) aktor. Actor tersebut dapat berupa manusia yang berinteraksi dengan sistem.

Berdasarkan kebutuhan yang telah disebutkan di atas, maka *use case diagram* yang menjelaskan hubungan antara kasus dengan aktor adalah sebagai berikut :



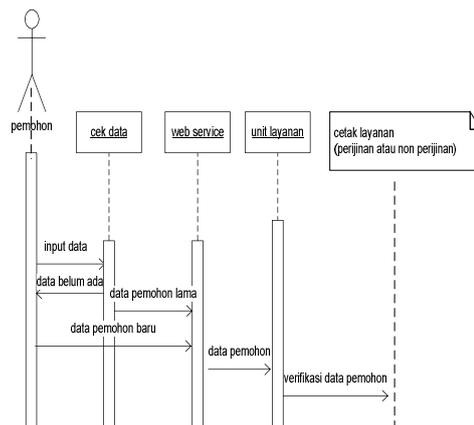
Gambar 6. Use Case Diagram Sistem Pelayanan Satu Atap

### Class Diagram



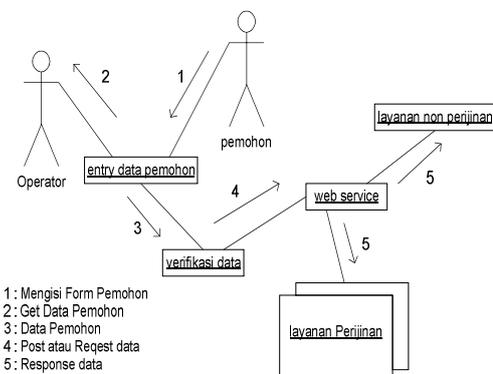
Gambar 7. Class Diagram

### Sequence Diagram



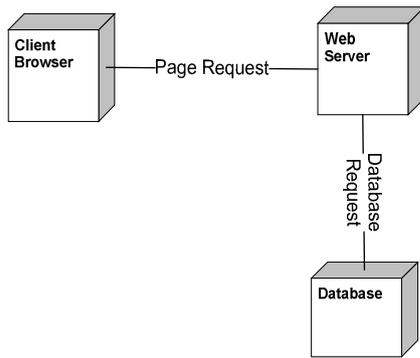
Gambar 8. Sequence Diagram

### Collaboration Diagram

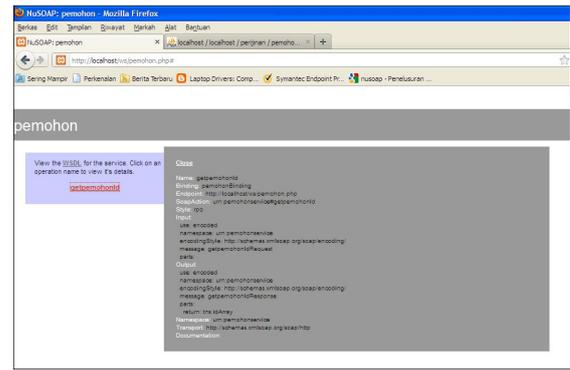


Gambar 9. Collaboration Diagram

### Deployment Diagram



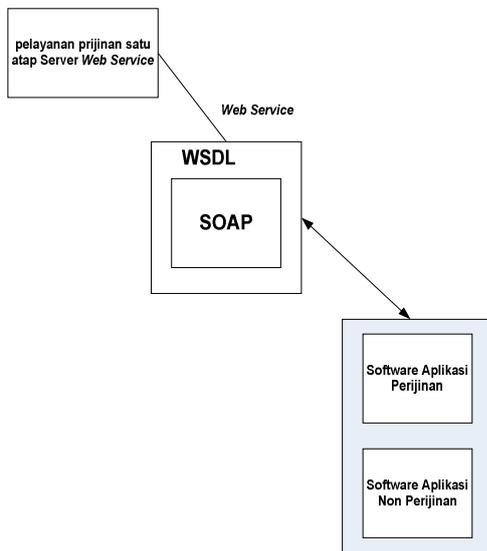
Gambar 10. Deployment Diagram



Gambar 12. Web Service Perijinan pada data Pemohon

### Desain WSDL

WSDL merupakan sebuah dokumen XML yang nantinya akan digunakan sebagai media transfer data antara aplikasi satu dengan aplikasi yang lainnya.

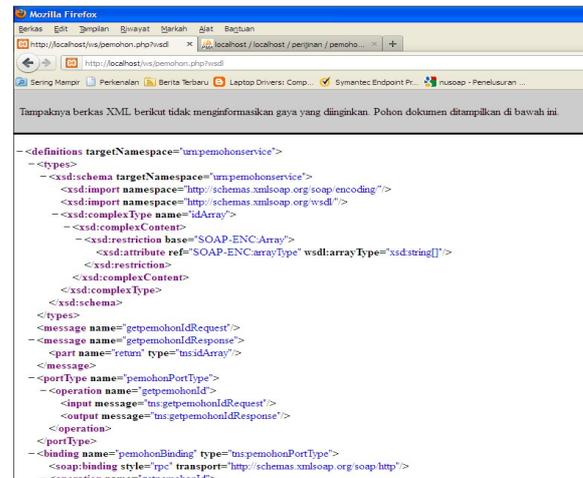


Gbr. 11 Desain WSDL

### IV. IMPLEMENTASI WEB-SERVICE (HASIL EKSPERIMEN)

Tahap implementasi berikut ini, yaitu : membuat prototype programming web service untuk data pemohon, disertai aplikasi data pemohon sederhana, dokumen WSDL, dan dokumen XML pendukung.

Pada tahapan ini udah ditampilkan aplikasi perijinan terpadu, untuk menampilkan data pemohon. Tahapan implementasi menjawab hasil eksperimen dan penerapan rancangan sistem (diagram pemodelan sistem) yang dijelaskan diatas.



Gambar 13. Dokumen WSDL-XML



Gambar 14. Aplikasi Web-Service Client untuk Data Pemohon Perijinan Terpadu

### V. PENUTUP

#### A. Kesimpulan

- Pemanfaatan teknologi informasi pada sistem pelayanan perijinan satu atap, sehingga terbentuk integrasi sistem antar unit-unit pelayanan terpadu.

- Masalah pertukaran data antar aplikasi-aplikasi yang berbeda platform akan dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi web service.
  - Teknologi web service, masalah integrasi sistem akan mudah diterapkan tanpa membuat sistem terintegrasi baru.
  - Mekanisme perijinan yang ada di Badan Pelayanan Perijinan Terpadu, Pemerintah Kota Palu :
1. Memberikan pelayanan perijinan meliputi kegiatan : menerima pendaftaran, penyeleksi persyaratan, memberikan keterangan, mengecek kemajuan proses penerbitan perijinan dan menindaklanjuti pengaduan/klaim dari masyarakat
  2. Pengelolaan dan pengurusan ijin :
    - a) Peruntukan tanah dan IMB
    - b) SIUP
    - c) HO
    - d) Izin Usaha Jasa Telekomunikasi
    - e) Izin Usaha Industri
    - f) Izin Praktek Tenaga Kesehatan dan Sarana Kesehatan
    - g) Izin Salon Kecantikan dan Pemangkas Rambut
    - h) Izin Usaha Rumah makan
    - i) Izin Usaha Pariwisata
  3. Pengelolaan dan pengurusan pendaftaran
    - a) Tanda Daftar Gudang
    - b) Tanda Daftar Perusahaan
- Sistem perijinan yang terjadi masih belum terintegrasi, distribusi data ke SKPD/Dinas terkait dengan perijinan belum dilakukan. Kantor Badan Pelayanan Perijinan Terpadu hanya sebagai tempat menerima data pemohon dan selanjutnya data-data tersebut dikirim secara manual ke SKPD/Dinas terkait.
  - Implementasi *web service* untuk perijinan terpadu, pada paper di tampilkan dalam prototype program dengan program/aplikasi data pemohon berbasis web dan *platform intranet*

#### B. Saran

Untuk pengembangan sistem ini, khususnya penerapannya di Pemerintahan, demi terlaksanannya pelayanan public yang optimal, maka diperlukan :

- 1) *Sistem yang dibuat berlangsung dengan platform website dan ter-publish di internet, tidak hanya intranet.*
- 2) *Diperlukan pengembangan berbasis teknologi mobile sebagai support sistem, yaitu : sms gateway*

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Pemerintah Kota Palu, khususnya Kepala Badan Pelayanan Perizinan Terpadu (BP2T) beserta staf jajarannya atas dukungan informasi dan data, sehingga penulis mendapatkan acuan dalam pembuatan paper ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adhi, 2009. *Sistem Pelayanan Satu Atap di Pemerintah Daerah* [online] [update 10 Januari 2009. Available at : <http://adhi-esdua.blogspot.com/2009/01/sistem-elayanan-satu-atap-di.html>.
- [2] Booch, Grady; Jacobson, Ivan; Rumbaugh, James. 1999. *The Unified Modelling Language Reference Manual*. Addison Wesley, Inc.
- [3] Indrato, M; Andri Setiawan; Taufiq Hidayat, 2008. *Online Public Access Catalog*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2008 (SNATI 2008), ISSN: 1907-5022.
- [4] Kreger, H., 2001, "Web-services Conceptual Architecture (WSCA 1.0)", IBM Software Group, USA.
- [5] Manes, A.T., 2001, "Introduction to Webservices", <http://www.systinet.com>.
- [6] Munawar, 2005. *Pemodelan Visual dengan UML*. Graha Ilmu.
- [7] Priyambodo K, 2005. *Implementasi Web-Service untuk Pengembangan Sistem Layanan Pariwisata Terpadu*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005 (SNATI 2005), ISBN: 979-756-061-6.
- [8] Priyo Agung, 2006. *Pelayanan Satu Atap sebagai Strategi Pelayanan Prima di Era Otonomi Daerah*. Volume :2; Nomor : 2, pp 67-74; ISBN: 979-756-061-6.
- [9] Wijaya S, 2012. *Penerapan Web Service pada Aplikasi Sistem Akademik pada Platform Sistem Operasi Mobile Android*. Teknik Informatika, STIKOM PGRI Banyuwangi.

# Portal Pemesanan Makanan berbasis Android

Afan Galih Salman  
School of Computer Science  
Binus University  
Jakarta, Indonesia  
asalman@binus.edu

Jacky  
School of Computer Science  
Binus University  
Jakarta, Indonesia

**Abstract**— Memesan makanan melalui panggilan telepon telah menjadi semakin populer di tengah semakin menjamurnya penggunaan perangkat *mobile* di seluruh kalangan masyarakat. Namun hal tersebut tidaklah mudah, pertukaran informasi yang terjadi antara pelanggan dan pihak restoran cenderung tidak efektif. Portal pemesanan makanan berbasis android dirancang untuk mampu memberikan informasi menu makanan dari berbagai restoran kepada pengguna, mempermudah pengguna dan restoran dalam hal pemesanan makanan, mengurangi faktor kesalahan yang mungkin terjadi ketika memesan makanan, dan mengurangi resiko pemesanan makanan yang dilakukan oleh orang-orang yang iseng. Adapun aplikasi ini dilengkapi dengan fitur-fitur seperti: penyajian informasi mengenai menu makanan dari berbagai restoran secara *detail* dan *up to date*, pemesanan makanan ke berbagai restoran yang terdaftar, notifikasi berupa status pesanan kepada pengguna melalui SMS dan penggunaan sistem deposit pada pembayaran, dimana pengguna harus melakukan pengisian saldo terlebih dahulu sebelum dapat memesan makanan.

**Kata Kunci:** Portal, Pemesanan makanan, Android

## I. PENDAHULUAN

Di era globalisasi ini, perkembangan teknologi semakin pesat. Mudah dan praktis, itulah yang diinginkan oleh orang-orang saat ini. Penggunaan telepon genggam sudah tidak dapat lagi dipisahkan dari kehidupan sehari-hari, terutama bagi masyarakat perkotaan yang cenderung memiliki mobilitas yang tinggi.

Memesan makanan melalui panggilan telepon telah menjadi semakin populer di tengah semakin menjamurnya penggunaan perangkat *mobile* di seluruh kalangan masyarakat. Namun hal tersebut tidaklah mudah, pertukaran informasi yang terjadi antara pelanggan dan pihak restoran cenderung tidak efektif. Berbagai permasalahan sering terjadi akibat pihak restoran tidak mengerti secara jelas apa yang dimaksudkan oleh pelanggan. Begitu juga sebaliknya, gaya bicara dari *operator* restoran yang terlalu cepat, ataupun kurang jelas sering kali dikeluhkan oleh pelanggan. Aplikasi yang sudah dikembangkan lebih banyak pada penelusuran lokasi restoran[7].

Selain menggunakan telepon, dewasa ini juga mulai muncul alternatif pemesanan makanan secara *online* melalui *website* restoran. Penggunaannya pun masih terbatas pada kalangan tertentu saja. Hal ini cukup beralasan karena pengguna membutuhkan perangkat komputer, atau sejenisnya untuk mengakses *website* restoran. Survei dari Nielsen Company juga mengemukakan bahwa kepemilikan ponsel berfitur *internet* di Indonesia adalah dua kali lebih banyak dibandingkan kepemilikan komputer *desktop* ataupun komputer *notebook* dan 38% dari kepemilikan ponsel berfitur *internet* tersebut merupakan pengguna *smartphone*[1].

Tidak dapat disangkal bahwa dewasa ini pengguna *smartphone* mulai mewabah di Indonesia. Berbagai jenis *smartphone* pun mulai bermunculan, salah satunya adalah *smartphone* Android. Dengan bekal sistem operasi *open source*, jenis *smartphone* ini banyak mendapat dukungan dari berbagai *vendor* ponsel terkemuka[6]. Banyaknya varian dari jenis *smartphone* ini tentu saja akan sangat menarik perhatian pengguna untuk menggunakannya.

Saat ini kebanyakan metode pemesanan makanan yang diterapkan di Indonesia masih tergolong konvensional, khususnya untuk wilayah Jakarta Barat. Untuk melakukan pemesanan makanan, pelanggan harus mengetahui terlebih dahulu nomor telepon dan menu makanan apa yang ditawarkan oleh restoran yang bersangkutan. Kedua hal tersebut biasanya diperoleh dari brosur-brosur yang dibagikan oleh restoran, tentunya yang menyediakan jasa pesan antar makanan (*delivery order*). Daya jangkauan dari brosur itu sendiri tidak luas. Pembagian brosur juga cenderung tidak tepat sasaran dan orang tidak akan segan-segan untuk membuang brosur yang dibagikan. Informasi menu makanan yang kurang lengkap dan sering berubah-ubah menjadi sebuah alasan bahwa media cetak kurang efektif untuk digunakan sebagai media promosi makanan.

Setelah mengetahui menu makanan dan nomor telepon restoran yang bersangkutan, pelanggan sudah dapat mulai melakukan pemesanan makanan melalui telepon. *Operator* dari restoran akan menanyakan menu-menu apa saja yang akan dipesan dan lokasi dimana makanan tersebut akan diantarkan nantinya. Saat itu juga *operator* akan mencatatnya ke dalam daftar pesanan. Kemudian *operator* tersebut akan mengkonfirmasi kembali menu-menu apa saja yang dipesan, agar tidak terjadi kesalahan yang tidak diinginkan. Setelah memesan makanan memastikan bahwa daftar pesanan yang dicatat telah benar, maka *operator* restoran akan menghitung total pembayaran dan menginformasikannya kembali kepada pemesan makanan. Makanan pun segera diproses. Sesuai dengan namanya, jasa pesan antar makanan, pemesan hanya perlu menunggu hingga seorang kurir restoran datang mengantarkan pesanan ke tempatnya. Adapun pembayaran dilakukan secara tunai kepada kurir tersebut pada saat itu juga.

Selain metode pemesanan konvensional yang telah dijelaskan sebelumnya, dewasa ini juga mulai bermunculan beberapa restoran yang menawarkan metode pemesanan secara online melalui *website*. Dengan metode ini, pelanggan tidak perlu lagi berkomunikasi dengan *operator* restoran melalui telepon sehingga mampu mengurangi faktor *human error* yang mungkin saja terjadi. Meskipun masih baru, metode ini bisa menjadi alternatif bagi para pelanggan yang memiliki akses *internet* dari perangkat komputer.

Berdasarkan hasil identifikasi proses bisnis yang sedang berjalan dan survei yang telah dilakukan, maka diperoleh permasalahan-permasalahan sebagai berikut.

- Informasi mengenai menu makanan yang tidak *detail* dan tidak *up to date*.

- Pemesan makanan harus mengetahui nomor telepon dari restoran yang bersangkutan.
- Komunikasi melalui telepon yang kurang efektif.
- Kesulitan untuk menghubungi restoran, terutama pada jam-jam sibuk.
- Adanya kesalahan yang terjadi ketika mencatat pesanan sehingga pesanan tidak sesuai dengan keinginan pemesan makanan.
- Pemesan makanan tidak memperoleh kejelasan atas pesanan mereka, apakah sudah diproses atau belum.
- Adanya pemesanan makanan yang dilakukan oleh orang iseng.
- Pihak restoran harus selalu menyediakan uang pecahan kecil.

## II. PERANCANGAN

Berdasarkan masalah yang telah teridentifikasi sebelumnya, maka akan dibuat suatu aplikasi *portal* pemesanan makanan pada *smartphone* Android yang diharapkan mampu mengurangi resiko permasalahan yang ada. Adapun aplikasi ini memiliki fitur-fitur sebagai berikut.

- Penyajian informasi mengenai menu makanan dari berbagai restoran secara *detail* dan *up to date*.
- Pemesanan makanan ke berbagai restoran yang terdaftar.
- Notifikasi berupa status pesanan kepada pengguna melalui SMS.
- Penggunaan sistem deposit pada pembayaran, dimana pengguna harus melakukan pengisian saldo terlebih dahulu sebelum dapat memesan makanan.

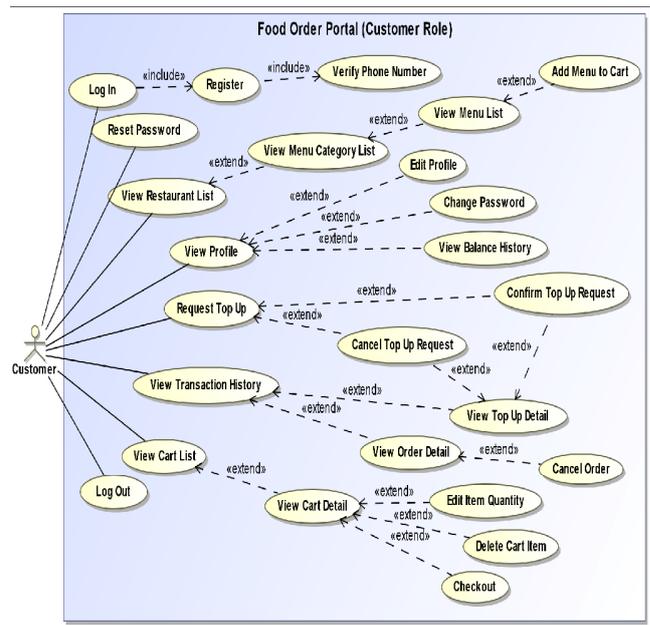
Selain itu, juga akan dibuat aplikasi *web* untuk restoran yang memiliki fitur-fitur sebagai berikut.

- Memasukkan informasi yang *detail* mengenai menu makanan dari restoran yang bersangkutan.
- Mengelola semua pesanan yang ditujukan untuk restoran yang bersangkutan.
- Informasi mengenai jumlah pembayaran yang akan diterima oleh restoran yang bersangkutan dari pihak ketiga.

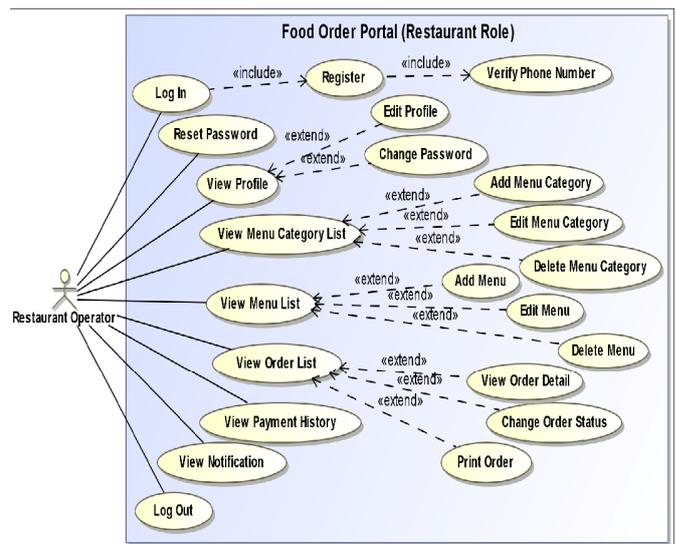
Untuk mendukung kedua aplikasi diatas, maka diperlukan juga aplikasi *web* untuk *administrator*, yang dapat disebut sebagai pihak ketiga yang secara tidak langsung menghubungkan antara pengguna dan restoran. Adapun aplikasi ini memiliki fitur-fitur sebagai berikut.

- Memverifikasi restoran yang mendaftar untuk bergabung.
- Memproses dan memverifikasi pengisian saldo yang dilakukan oleh pengguna.
- Memantau pengguna, restoran, dan segala transaksi yang terjadi diantara keduanya.
- Informasi mengenai jumlah yang harus dibayar kepada masing-masing restoran tiap harinya.
- Memasukkan daftar-daftar lokasi (kelurahan) yang sudah tercakup oleh aplikasi pemesanan makanan ini.

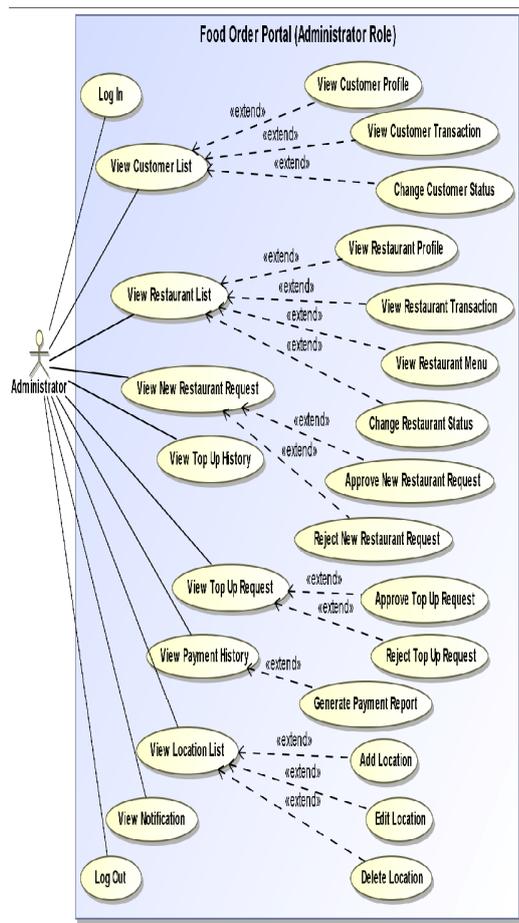
Agar rancangan menjadi lebih mudah dipahami, *use case diagram* ini akan dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan pada jenis pengguna [11].



Gambar 1 Use Case Diagram (Pemesan Makanan)



Gambar 2 Use Case Diagram (Restoran)



Gambar 3 Use Case Diagram (Administrator)

### III. IMPLEMENTASI

Spesifikasi dari *hardware* yang dibutuhkan untuk menjalankan aplikasi pemesanan makanan ini akan ditinjau dari dua sisi, yaitu

#### Server

Pada sisi *server*, perangkat minimum yang dibutuhkan adalah sebuah komputer dengan spesifikasi sebagai berikut.

- Processor: Intel Core i5 @ 2,53GHz
- Memory: 4096 MB RAM
- Harddisk: 500 GB
- Modem GSM
- Komputer dengan *monitor* yang memiliki resolusi 1024x768.

Pada sisi server, *software* yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

- Sistem operasi Windows 7 Professional
- *Server web* Apache
- PHP versi 5.3.5
- MySQL versi 5.5.8

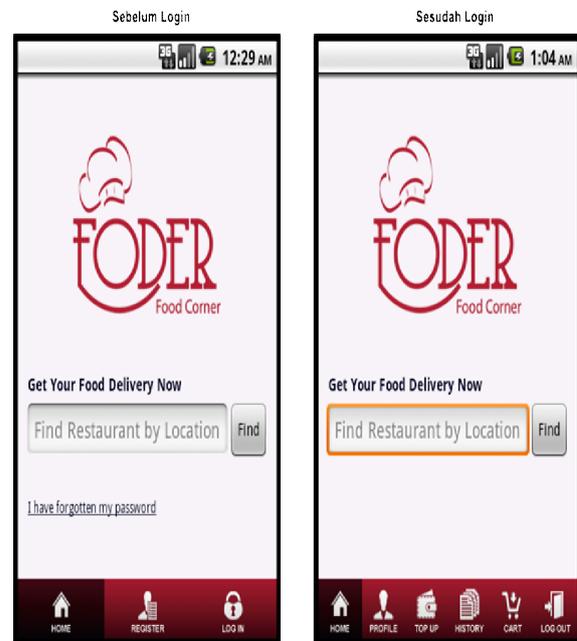
- NowSMS (SMS Gateway)
- Node.js versi 0.6.7

#### Client

Pada sisi *client*, perangkat minimum yang dibutuhkan oleh pemesan makanan adalah sebuah *smartphone* Android dengan *monitor* HVGA yang memiliki resolusi 320x480, sedangkan yang dibutuhkan oleh restoran dan *administrator* adalah sebuah *Client*

Pada sisi *client*, *software* yang dibutuhkan oleh pemesan makanan adalah sistem operasi Android 2.2 (Froyo), sedangkan yang dibutuhkan oleh pihak restoran dan *administrator* adalah *web browser*, seperti Mozilla Firefox 3.6, Google Chrome 8.0, Internet Explorer 7.0, atau versi terbaru.

Berikut ini akan disajikan cara penggunaan dari aplikasi yang ditujukan untuk pemesan makanan. Aplikasi *mobile* ini dapat diakses oleh semua pengguna, baik yang sudah terdaftar maupun yang belum terdaftar, tentunya dengan batasan-batasan yang telah ditentukan.



Gambar 4 Tampilan *User Interface* untuk Home (Pemesan Makanan)

Halaman utama dari aplikasi *portal* pemesanan makanan ini dapat dilihat pada gambar 4. Untuk pengguna yang belum melakukan *log in*, mereka hanya dapat melihat menu-menu makanan yang ditawarkan oleh berbagai restoran saja, tanpa dapat melakukan pemesanan makanan. Agar dapat melakukan pemesanan makanan, maka mereka harus mendaftarkan dirinya terlebih dahulu.

Pada halaman ini, pengguna dapat melakukan pencarian restoran berdasarkan lokasi dari restoran. Bagi pengguna yang belum melakukan *log in*, telah disediakan menu untuk melakukan registrasi dan *log in*, serta fitur *forgot password*

bagi yang lupa terhadap *password*-nya. Bagi yang sudah melakukan *log in*, telah disediakan menu untuk melihat *profile*, melakukan *top up*, melihat riwayat transaksi (*transaction history*), dan melihat isi *cart*.

Pada halaman registrasi, pengguna harus memasukkan informasi data dirinya secara lengkap ke dalam *field* yang telah disediakan, seperti *user id*, *password*, nama, jenis kelamin, nomor telepon, dan alamat rumah. Setelah itu, pengguna harus memverifikasi nomor teleponnya terlebih dahulu, dimana kode verifikasi akan dikirim langsung ke nomor telepon pengguna melalui SMS.

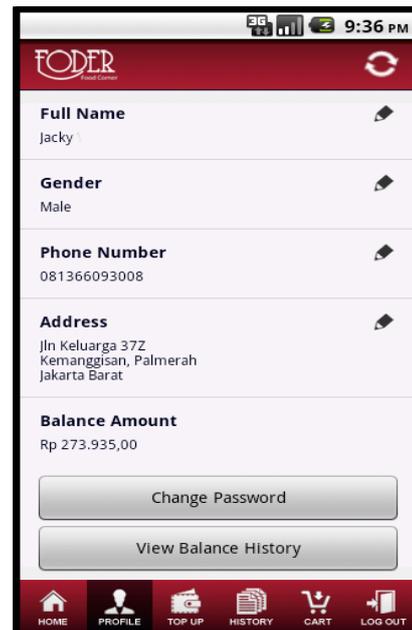
Halaman *menu list* akan memberikan informasi mengenai menu makanan, seperti nama, gambar, dan harga makanan. Selain itu juga akan diberikan informasi-informasi mengenai diskon jika ada.

Ketika pengguna memilih salah satu menu makanan, maka aplikasi akan menampilkan deskripsi dari menu makanan tersebut. Jika berminat, pengguna dapat memasukkan menu makanan tersebut ke dalam *cart*. Tentu saja ini hanya dapat dilakukan oleh pengguna yang telah *log in*, seperti pada gambar 5. Pengguna yang belum melakukan *log in* akan diberikan pesan untuk melakukan *log in* terlebih dahulu.



Gambar 5 Tampilan *User Interface* untuk *Menu Detail* (Pemesan Makanan)

Selain itu juga terdapat menu *profile* yang akan menampilkan informasi mengenai data diri pengguna dapat dilihat pada gambar 6. Berikut ini adalah tampilan halaman untuk melihat *profile* pengguna.



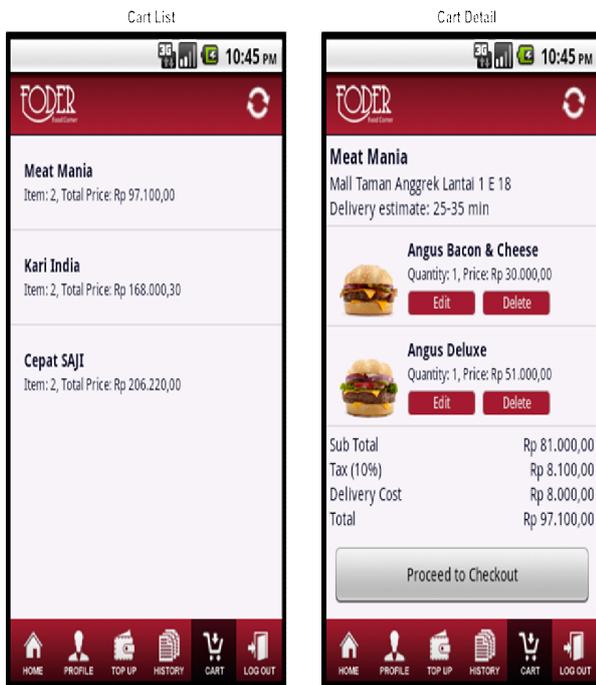
Gambar 6 Tampilan *User Interface* untuk *View Profile* (Pemesan Makanan)

Tentu saja pengguna dapat melakukan perubahan terhadap data-data tersebut. Data-data yang dapat diubah adalah meliputi nama, jenis kelamin, nomor telepon, alamat, dan *password*.

Untuk melakukan perubahan nomor telepon, pengguna diharuskan memverifikasi nomor telepon barunya terlebih dahulu. Tentu saja kode verifikasi akan dikirim ke nomor telepon barunya.

Pada pesanan yang berstatus *pending*, pengguna dapat memilih untuk membatalkan pesanan jika dalam 10 menit restoran tidak memberikan respon terhadap pesanan tersebut.

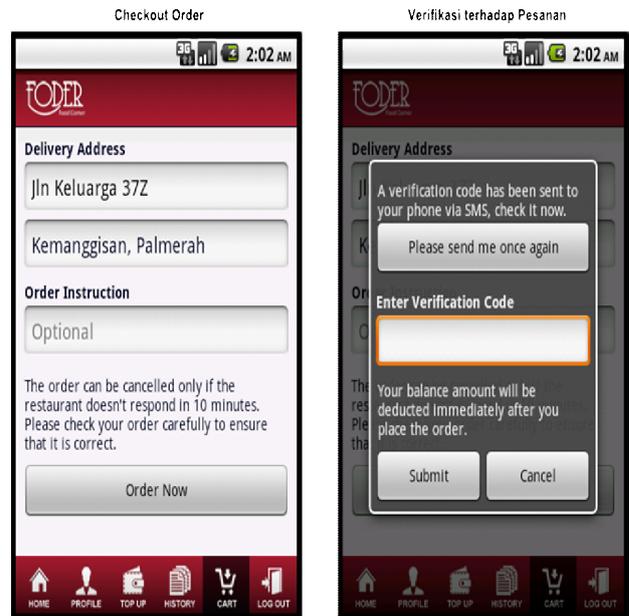
Fitur terakhir dari aplikasi *mobile* ini adalah *cart*. *Cart* pada aplikasi ini dipisahkan berdasarkan restoran. Pengguna dapat melakukan klik terhadap salah satu *cart* untuk melihat menu makanan yang sudah dimasukkan ke dalamnya.



Gambar 7 Tampilan *User Interface* untuk *Cart* (Pemesan Makanan)

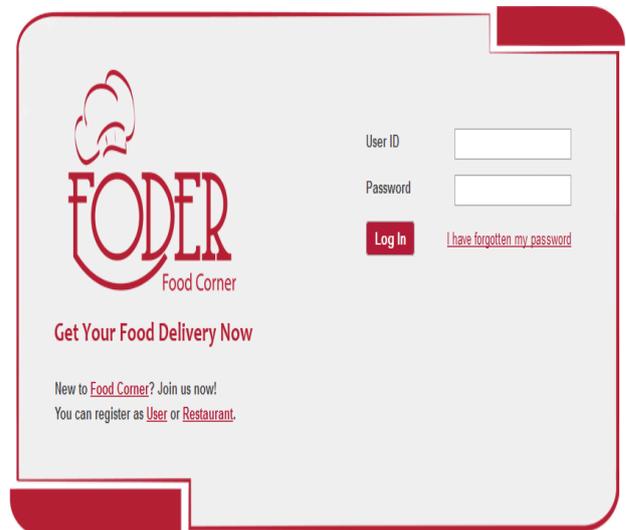
Pada halaman *cart detail*, lihat gambar 7 & gambar 8, pengguna masih dapat mengubah jumlah makanan yang akan dipesan atau menghapusnya. Ketika sudah yakin untuk memesan menu-menu yang telah dipilih, pengguna dapat menekan tombol “Proceed to Checkout”

Pada halaman *checkout*, pengguna harus memasukkan alamatnya. Pengguna juga dapat menyertakan catatan untuk pihak restoran. Sebelum pesanan dikirim ke restoran yang bersangkutan, pengguna harus memverifikasi pesanan tersebut terlebih dahulu. Tentu saja kode verifikasi akan dikirim ke nomor telepon pengguna. Berikut ini adalah rancangan halaman *checkout*.



Gambar 8 Tampilan *User Interface* untuk *Checkout* (Pemesan Makanan)

Berikut ini akan disajikan cara penggunaan dari aplikasi web yang ditujukan untuk restoran.



Gambar 9 Tampilan *User Interface* untuk *Log In* (Restoran)

Gambar 9 merupakan tampilan halaman utama dari aplikasi web ini, sekaligus sebagai halaman *log in*. Secara umum, aplikasi ini hanya dapat digunakan oleh restoran yang telah terdaftar saja. Jika belum terdaftar, restoran dapat melakukan registrasi terlebih dahulu. Data-data yang diperlukan untuk registrasi adalah *user id*, nama restoran, nomor telepon, dan alamat. Berikut adalah tampilan dari halaman registrasi lihat gambar 10.

Registrasi

Verifikasi terhadap Nomor Telepon

Gambar 10 Tampilan *User Interface* untuk *Register* (Restoran)

Selain itu tentu saja terdapat fitur untuk melihat daftar menu dari restoran yang bersangkutan. Pada halaman menu list akan ditampilkan data-data mengenai menu makanan yang dikelompokkan berdasarkan *menu category* dari restoran tersebut seperti terlihat pada gambar 11.

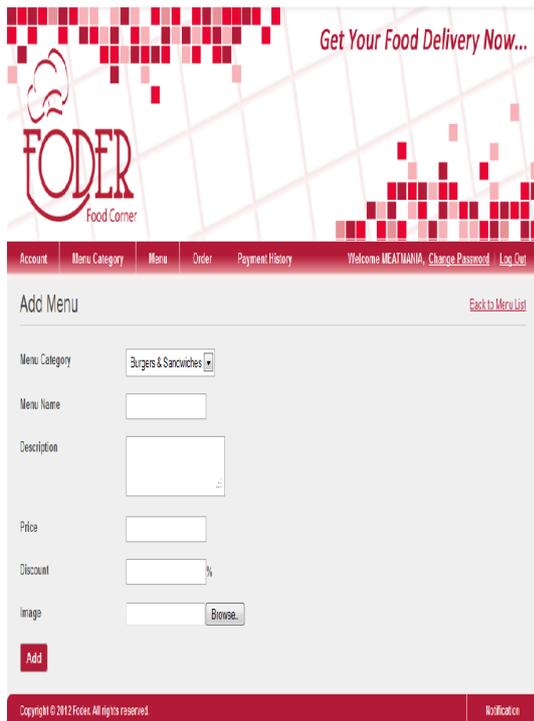
No	Image	Name / Description	Price	Discount	Action
1		Angus Chipotle BBQ Bacon Daging sapi Angus di dalam roti wijen panggang yang disiram dengan saus BBQ. Chipotle yang manis dan beresap, ditaburi dengan bawang merah segar, dan irisan acar.	Rp.35.000,00	-	<a href="#">Edit Menu</a> <a href="#">Change Image</a> <a href="#">Delete Menu</a>
2		Angus Bacon & Cheese 1/3 pon daging sapi Angus, dengan keju Amerika, cacing, acar, bawang merah dan chipotle saus BBQ di atasnya, yang semuanya disajikan pada roti wijen panggang.	Rp.37.500,00	20%	<a href="#">Edit Menu</a> <a href="#">Change Image</a> <a href="#">Delete Menu</a>
3		Angus Deluxe 6 ons daging sapi Angus, dilengkapi dengan potongan keju Amerika, irisan bawang merah dan tomat, daun selada, mayones, dan acar.	Rp.51.000,00	-	<a href="#">Edit Menu</a> <a href="#">Change Image</a> <a href="#">Delete Menu</a>

Gambar 11 Tampilan *User Interface* untuk *Menu List* (Restoran)

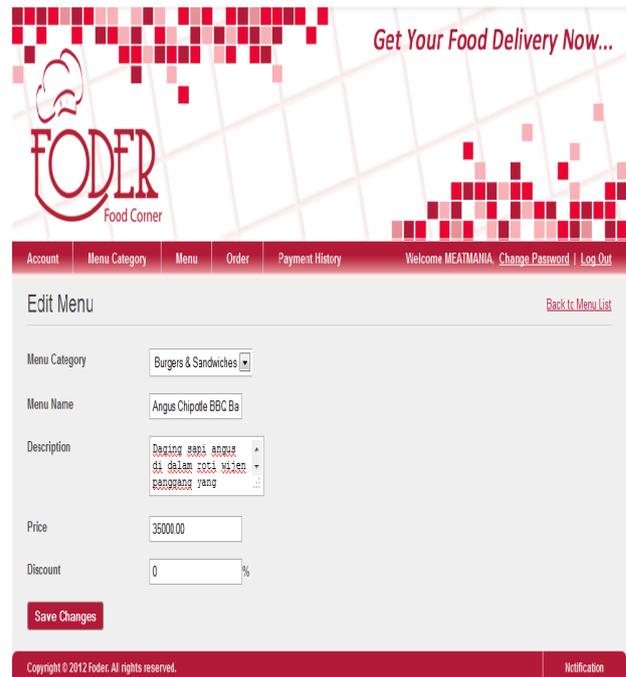
Informasi yang disajikan pada halaman ini berupa nama makanan, deskripsi, harga, diskon, dan gambar.

Halaman ini juga dilengkapi dengan fasilitas untuk melakukan penambahan menu makanan, mengubah informasi dari menu makanan yang sudah ada, dan melakukan penghapusan menu makanan.

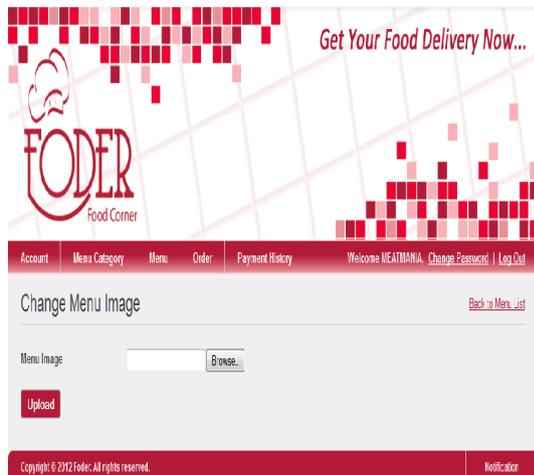
Berikut ini akan disajikan tampilan gambar 12,13 & 14 untuk halaman *add menu*, *change menu image*, dan *edit menu*.



Gambar 12 Tampilan *User Interface* untuk *Add Menu* (Restoran)



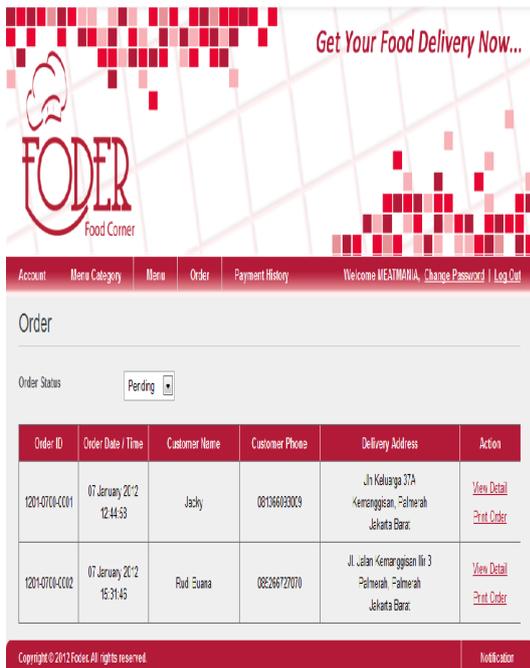
Gambar 14 Tampilan *User Interface* untuk *Edit Menu* (Restoran)



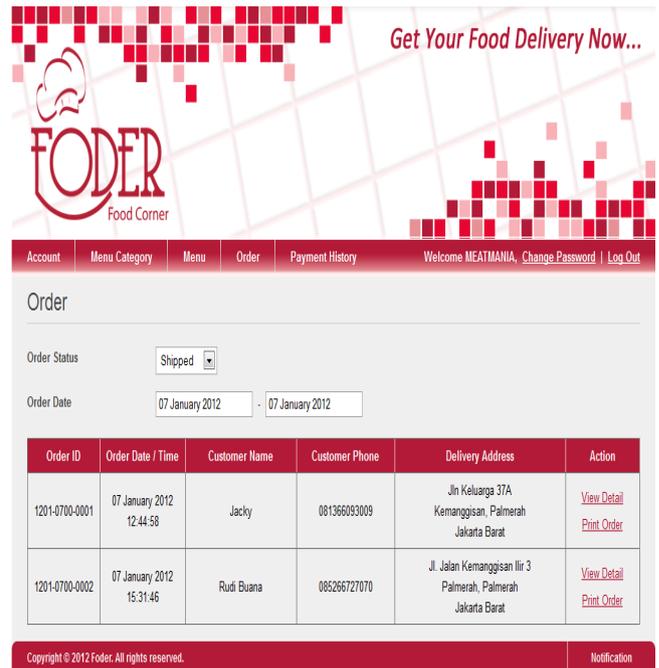
Gambar 13 Tampilan *User Interface* untuk *Change Menu Image* (Restoran)

Selain halaman-halaman yang telah disebutkan sebelumnya, juga terdapat halaman *order list*. Pada halaman ini, pihak restoran dapat memantau semua pesanan yang masuk.

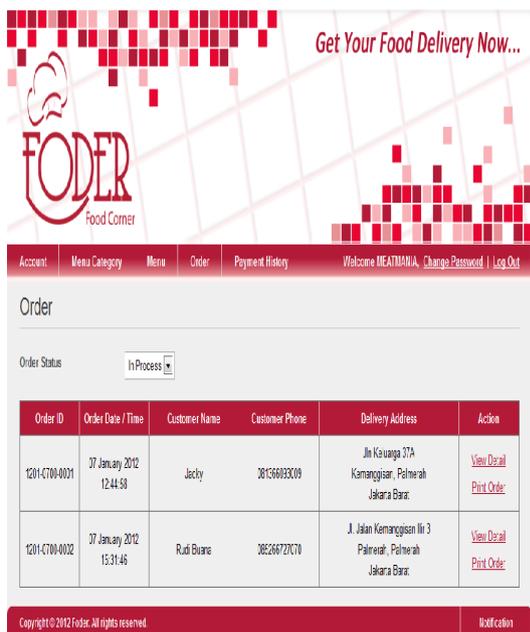
Agar memudahkan pihak restoran, maka pesanan akan dikelompokkan berdasarkan statusnya masing-masing. Status dari pesanan itu sendiri ada lima macam, yaitu *pending*, *in-process*, *shipped*, *rejected*, dan *cancelled* seperti terlihat pada gambar 15,16,17,18 &19.



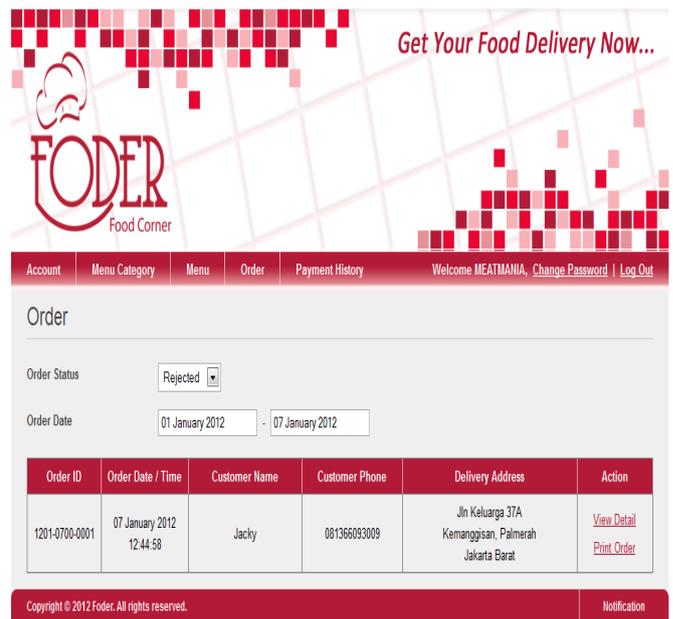
Gambar 15 Tampilan User Interface untuk Pending Order List (Restoran)



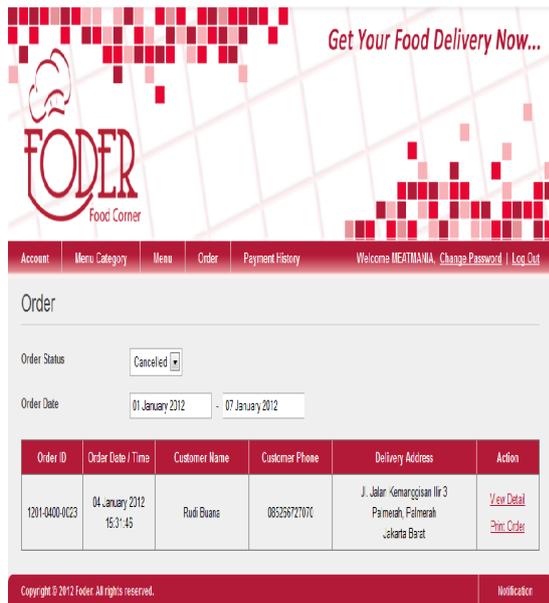
Gambar 17 Tampilan User Interface untuk Shipped Order List (Restoran)



Gambar 16 Tampilan User Interface untuk In-Process Order List (Restoran)



Gambar 18 Tampilan User Interface untuk Rejected Order List (Restoran)



Gambar 19 Tampilan *User Interface* untuk *Cancelled Order List* (Restoran)

#### IV. EVALUASI

Dari evaluasi yang telah dilakukan terhadap pihak restoran diketahui bahwa.

- Aplikasi ini mempermudah restoran dalam menerima pesanan dari pelanggan.
- Aplikasi ini membantu mengurangi faktor kesalahan yang terjadi ketika mencatat pesanan.
- Aplikasi ini membantu mengatasi kekhawatiran restoran terhadap pemesanan makanan yang dilakukan oleh orang-orang iseng.
- Mekanisme pembayaran yang diterapkan pada aplikasi ini cukup mempermudah pihak restoran.

Dari evaluasi yang telah dilakukan terhadap pengguna/pelanggan diketahui bahwa.

- Informasi mengenai restoran dan menu makanan pada aplikasi ini membantu pengguna.
- Aplikasi ini mempermudah pengguna dalam melakukan pemesanan makanan.
- Aplikasi ini membantu mengurangi faktor kesalahan yang mungkin terjadi ketika memesan makanan.
- Notifikasi mengenai *progress* dari pesanan yang dikirim melalui SMS membantu pengguna dalam memantau status pesanan.
- Konsep pembayaran *online* pada aplikasi ini cukup mempermudah pengguna dalam melakukan pemesanan makanan.

#### V. SIMPULAN

Aplikasi pemesanan makanan berbasis Android ini memungkinkan pengguna memperoleh informasi mengenai menu makanan dari berbagai restoran secara *detail* dan *up to date.*, mempermudah pengguna dalam memesan makanan, mempermudah restoran dalam menangani pesanan dan mengurangi resiko pemesanan makanan yang dilakukan oleh orang-orang yang iseng.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ACM SIGCHI. (1996). *Curricula for Human-Computer Interaction*. Retrieved October 8, 2011, from SIGCHI: <http://old.sigchi.org/cdg/cdg2.html>
- [2] Bennet, S., McRobb, S., & Farmer, R. (2006). *Object-Oriented Systems Analysis and Design Using UML* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.
- [3] Connolly, T. M., & Begg, C. E. (2005). *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation and Management* (4th ed.). London: Addison-Wesley.
- [4] Crockford, D. (n.d.). *Introducing JSON*. Retrieved August 8, 2011, from JSON: <http://www.json.org>
- [5] EllisLab. (2011). *CodeIgniter User Guide*. Retrieved August 8, 2011, from CodeIgniter: [http://codeigniter.com/user\\_guide/](http://codeigniter.com/user_guide/)
- [6] Google. (n.d.). *What is Android?* Retrieved August 8, 2011, from Android Developers: <http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>
- [7] Kushawa. (2011). *Location Based Services using Android Mobile Operating System*. International Journal of Advances in Engineering & Technology. IJAET.
- [8] Pressman, R. S. (2010). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.
- [9] Resig, J. (n.d.). *Introduction to jQuery*. Retrieved August 8, 2011, from <http://ejohn.org/apps/workshop/intro>
- [10] Rodriguez, A. (2008, November 6). *RESTful Web Services*. Retrieved August 8, 2011, from IBM developerWorks: <http://www.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-restful/>
- [11] Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2005). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. (4th ed.). Boston: Pearson Education.
- [12] Stafford, T. F., & Gillenson, M. L. (2003, December). *Mobile Commerce: What It Is and What It Could be*. *Communications of the ACM*, 46, 33-34.
- [13] Welling, L., & Thomson, L. (2009). *PHP and MySQL Web Development* (4th ed.). Boston: Pearson Education.
- [14] Whitten, J. L., & Bentley, L. D. (2007). *Systems Analysis and Design Methods* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.

# Konsep Organisasi untuk ERP (*Enterprise Resource Planning*)

Inge Handriani  
Fakultas Ilmu Komputer, Jurusan Sistem Informasi  
Universitas Mercu Buana  
Jakarta, Indonesia  
inge\_hnf@yahoo.com

**Abstract**-This article discusses the implementation of ERP (enterprise resource planning) in the company as one of the systems and the widespread use of information technology in business today because of its superiority to achieve competitive advantage. With so many obstacles in the implementation of ERP, then made the concept organization to support the achievement of some of the techniques that affect the success of the ERP company's organizational structure is detailed in their respective duties with describe in information flow of the organization. Result of the reseach is a draft organizational structure with a description of the flow of information on each division of the department that has been adapted to the ERP concept. With the concept of organizational structure and information flow can overcome the problems of applying the concept of ERP in the company in general.

**Keywords** : ERP, competitive advantage, the concept information flow, the concept organization ERP.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat membuat bisnis semakin melirik untuk mendapat dukungan Teknologi informasi ini dalam kegiatan operasional perusahaan sehari-hari. Harapan ini untuk mencapai tujuan percepatan perputaran transaksi dan pendapatan perusahaan. ERP atau *enterprise resource planning* adalah suatu evolusi system yang baru dan merupakan jawaban atas harapan bisnis saat ini, sekalipun ERP dalam praktiknya digunakan pada perusahaan besar dengan alasan tertentu seperti biaya, lingkup departemen dan lain-lain. Pada dasarnya ERP dalam artikel sebelumnya [2] merupakan perkembangan dari system informasi akuntansi dimana perkembangan ini dimulai dari perkembangan kebutuhan informasi pada perusahaan manufaktur yang dimulai dari EOQ (*economic order quantity*) yang mencoba mengatasi batas minimum stok persediaan pada perusahaan untuk memudahkan waktu pemesanan bahan baku sehingga tidak terjadi kekosongan pada gudang. Kemudian berkembang menjadi MRP (*material requirement planning*) sebuah sistem yang mengatur jalur antara gudang perusahaan dan gudang *supplier* akan rute pemesanan dan pengiriman berjalan lancar bahkan dapat mencari

rute terbaik dari sisi biaya dan keamanan barang pengiriman hingga sampai pada tempat tujuan. Lalu muncul sistem yang disebut MRP (*manufacturing resource planning*) atau dikenal dengan MRP II, dimana system ini menyediakan kebutuhan bukan hanya untuk menangani pengadaan bahan baku saja namun mencoba untuk membuat sistem yang mengatur dalam alur produksi dan penjualan. Alur penjualan dimulai dengan pemesanan penjualan, transaksi penjualan hingga pencatatan piutang dagang, alur produksi mengatur penjadwalan produksi dan operasi produksi hingga pengiriman, ditambah alur pengadaan bahan baku yang mengatur bukan hanya pemesanan dan pembelian saja tetapi juga mengatur pencatatan hutang dagang dan persediaan. Dan akhirnya dibuatlah sistem informasi yang mengintegrasikan semua database yang ada dalam MRP II dan sistem itu dinamakan ERP. Bisa dikatakan bahwa ERP adalah suatu system informasi yang merupakan sistem akuntansi namun karena *scope* yang ditanganinya sangat luas sehingga diakui menjadi evolusi system informasi terbaru yang perkembangannya hingga masih terus berlanjut dan melahirkan inovasi yang selalu baru.

ERP ini secara tepat berkembang tidak bisa dipastikan, namun mulai terlihat dengan jelas pada era 1990-an sebagai performa ekonomi Amerika yang luar biasa. Bahkan dalam sebuah artikel erpweaver.com [6] menyatakan ERP adalah tonggak sejarah dalam proses industri. Perkembangan software aplikasi dalam dunia industri tidak dapat dipungkiri hingga saat ini yang merupakan state-of-the-art teknologi adalah aplikasi ERP (Enterprise Resource Planning). Sampai tahun ini tidak ada software aplikasi yang dapat melebihi kecanggihan ERP. Hal ini tidaklah mengherankan mengingat control yang dilakukan ERP telah mencakup keseluruhan organisasi, dan meliputi semua aktivitas dalam organisasi. Namun ini bukanlah akhir dari suatu perkembangan di dunia IS/ES (Information System/Enterprise System), karena dapat dipastikan untuk masa yang akan datang akan muncul kembali bahkan mungkin bertubi-tubi aplikasi yang dapat memberikan manfaat besar bagi industri/perusahaan. Sebagai perhatian atas perkembangan aplikasi software IS/ES titik berat service yang diberikan adalah

pada pemudahan proses bisnis yang lebih bersifat otomatis.

Jika melihat dari seluruh fasilitas informasi yang diberikan ERP maka tidak diragukan lagi bahwa system adalah sistem yang terbaik untuk mengkordinir seluruh organisasi dengan baik. Namun untuk mewujudkannya tidak hanya bisa berhenti pada teori saja tetapi harus bisa melihat implementasi pada saat sistem ERP ini diterapkan di perusahaan. Sampai saat ini ternyata lebih banyak keluhan terhadap penggunaan ERP dalam perusahaan dimana keluhan tersebut berbicara pada area waktu yang panjang dan melelahkan melebihi anggaran yang ditetapkan serta membutuhkan perubahan dalam perusahaan itu sendiri.

Artikel ini merupakan lanjutan dari artikel sebelumnya mengenai permasalahan dalam penerapan ERP. Artikel sebelumnya yang pertama membahas mengenai kegagalan yang dialami perusahaan secara umum saat mereka menerapkan ERP di bisnis mereka, dan menghasilkan sebab yang terjadi atas kegagalan tersebut. Kemudian artikel sebelumnya yang kedua membahas mengenai faktor keberhasilan penerapan ERP dan konsep manajemen dengan menggolongkan dalam bentuk struktur organisasi. Dalam artikel ini penelitian dilakukan dalam tahap rincian aliran informasi tugas dan hubungan yang dibentuk dalam struktur organisasi penerapan ERP tersebut. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan konsep yang tepat dalam mengimplementasikan ERP pada operasional kegiatan perusahaan. Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data menggunakan studi empiris dimana sumber data didapat dari beberapa artikel pembahasan ERP dan media internet yang terjadi saat ini.

## II. LANDASAN TEORITIS

Perkembangan teknologi informasi memberikan terobosan yang spektakuler dimana pengontrolan yang dilakukan terhadap perusahaan bukan hanya dapat dilakukan per departemen namun dapat dilakukan secara keseluruhan operasional perusahaan yang mengintegrasikan semua data seluruh departemen perusahaan. Teknologi terobosan ini dinamakan ERP (*enterprise resource planning*) yang menyatukan seluruh operasional perusahaan dari manajemen, akuntansi, sumber daya manusia, produksi hingga riset. Dengan sifat inilah maka ERP semakin hari semakin berkembang dan banyak diminati oleh banyak perusahaan yang ingin meningkatkan kualitas dan kuantitas perusahaannya.

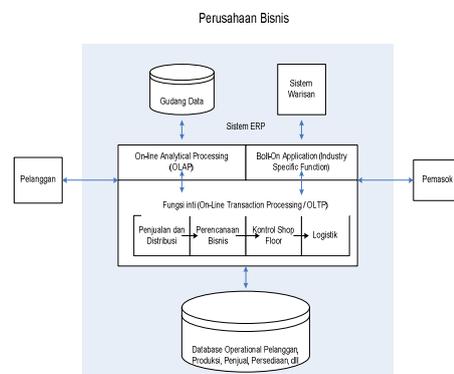
Bahkan hal ini juga diungkapkan oleh James A. O'Brien dalam buku *introduction to information*

*system*[7] menyatakan bahwa ERP adalah tulang punggung teknologi dari e-business, sebuah kerangka kerja transaksi keseluruhan perusahaan dengan berbagai hubungan ke pemrosesan pesanan penjualan, manajemen dan pengendalian persediaan, perencanaan produksi dan distribusi, serta keuangan.



Gambar 1 :Modul Aplikasi ERP (Sumber : Prepare by D. Amoroso dalam Turban, Information Technology Management [8])

Untuk memahami konsep ERP maka kita harus memahami konsep sistem ERP antara *online analytical processing (OLAP)*, *online transaction processing (OLTP)*, Gudang Data, dan Database. dimana menurut James A. Hall [4] dalam bukunya Sistem Informasi Akuntansi yang digambarkan seperti dibawah ini;



Gambar 1 : Sistem ERP

## III. PEMBAHASAN

Kelebihan-kelebihan yang dimiliki ERP tidak dapat dengan serta merta diterapkan dalam perusahaan tanpa menghadapi sedikitpun kendala, bahkan banyak perusahaan yang berakhir dengan kegagalan dalam penerapan ERP. Kendala yang dihadapi dapat ditimbulkan dari pihak perusahaan

ataupun juga dari pihak penyedia aplikasi ERP itu sendiri. Kendala yang ditimbulkan secara umum seperti dikatakan Ari Kurniawan dalam artikelnya [5] bahwa terdapat enam hal yang menyebabkan kegagalan ERP yaitu;

1. Meremehkan kerumitan perencanaan, pengembangan, dan pelatihan
2. Tidak melibatkan para karyawan yg terkena dampak perencanaan
3. Melakukan terlalu banyak hal dengan cara yang cepat pada proses konversi
4. Pelatihan yang tidak memadai dalam berbagai tugas baru yg dibutuhkan oleh sistem ERP
5. Kegagalan melakukan konversi data
6. Terlalu mempercayai berbagai pernyataan yang diberikan para penjual software ERP

Selain itu kegagalan ERP yang paling besar sebenarnya adalah resiko yang akan ditanggung perusahaan jika saja aplikasi ERP yang digunakan tidaklah sesuai dengan kebutuhan dan kondisi perusahaan karena hal ini akan mengakibatkan kegagalan bisnis secara menyeluruh sehingga akan menghancurkan perusahaan itu sendiri. Hal ini pun dijelaskan James A. O'Brien [7] dalam bukunya *Introduction to Information System* menyatakan bahwa banyaknya kegagalan dari hampir semua kasus, para manajer bisnis dan ahli TI dari perusahaan-perusahaan ini meremehkan kerumitan perencanaan, pengembangan, dan pelatihan yang dibutuhkan untuk persiapan menghadapi sistem ERP baru yang akan secara radikal mengubah proses bisnis dan sistem informasi mereka. Kegagalan untuk melibatkan para karyawan yang terkena dampak dalam tahap perencanaan dan pengembangan serta program manajemen perubahan, atau mencoba untuk melakukan terlalu banyak hal dengan cara yang terlalu cepat pada proses konversi, merupakan penyebab umum dari kegagalan proyek ERP. Kegagalan lainnya adalah pelatihan yang tidak memadai dalam berbagai tugas pekerjaan baru yang dibutuhkan sesuai dengan sistem ERP serta gagalnya melakukan konversi data dan pengujian yang cukup atas data. Selain itu pemilihan atas ERP merupakan penentu keberhasilannya dimana kesalahan dalam memilih vendor atau memilih konsultan pengembang sistem juga merupakan kegagalan lainnya.

Pada dasarnya perusahaan yang menggunakan ERP memiliki tujuan menjadikan perusahaannya untuk masuk dalam tahapan *competitive advantage* sehingga rata-rata yang perusahaan besarlah yang siap menggunakan aplikasi ERP ini. Namun aplikasi di lapangan menyatakan bahwa tidak semua perusahaan yang siap untuk menerapkan ERP ini, karena tidak mempertimbangkan resiko yang harus diterima dan perubahan yang dilakukan pada perusahaan. Kegagalan dalam proses menuju

*competitive advantage* menurut Mursyid dalam artikelnya [1] menyatakan bahwa jika perusahaan sudah memiliki keunggulan bersaing, kemudian menerapkan ERP tanpa tujuan yang jelas kecuali ingin mendapatkan manfaat-manfaat yang biasa (online, standar kerja, cepat dsb), besar kemungkinan perusahaan tidak pergi kemana-mana. bahkan mungkin saja dengan dana yang digunakan membuat perusahaan kewalahan, sementara keunggulan bersaingnya tidak menjadi makin kuat atau boleh jadi menurun. Pada kasus lain, perusahaan belum memiliki keunggulan bersaing, dan kemudian mencoba menerapkan ERP tanpa target meraih keunggulan tertentu, belum tentu menghasilkan manfaat maksimal.

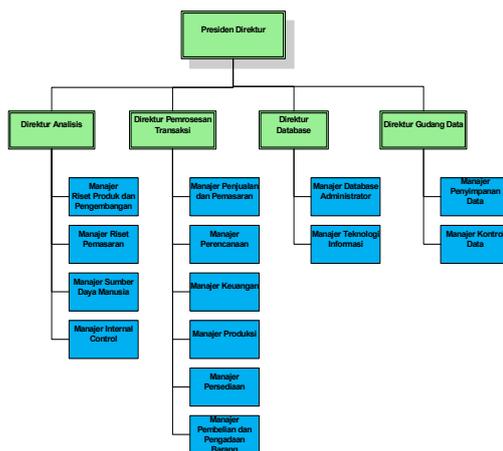
Dalam memecahkan kegagalan dalam penerapan ERP pada perusahaan telah banyak dilakukan penelitian yang secara umum mengatakan perbaikan pada identifikasi kebutuhan ERP dengan membentuk tim khusus, pemilihan konsultan pembuat aplikasi ERP, kemudian melakukan tahapan evaluasi pada setiap tahapan ERP yang telah dilakukan. Penilaian untuk mengantisipasi kegagalan ERP ini lebih ditekankan pada kesiapan dan kerjasama manajemen yang menjadi faktor utama dalam keberhasilan penerapan ERP dalam perusahaan. Mengutip hasil kesimpulan penelitian Titis Restu [9] atas 120 perusahaan dengan 3 vendor yaitu PT. SAP Indonesia, PT. Oracle Indonesia, dan PT. Mincom Indoservices, yang menyatakan bahwa;

1. Dukungan dari manajemen puncak yaitu adanya sasaran dan tujuan yang jelas, komitmen yang tinggi dari manajemen puncak pada proyek implementasi ERP dan tersedianya sumber daya yang diperlukan.
2. Proyek manajemen yang efektif, yaitu adanya kejelasan dalam mendefinisikan ruang lingkup dan perencanaan implementasi proyek, adanya penetapan batasan waktu implementasi yang realistis dan keterampilan/skill seorang manajer proyek yang baik.
3. Business Process Reengineering (BPR), dimana diperlukan kesiapan perusahaan untuk melakukan perubahan, kemampuan perusahaan untuk rekayasa dan adanya komunikasi yang baik pada saat proses implementasi.
1. Pemilihan Perangkat Lunak dan Perangkat Keras, dimana hal tersebut dapat dilakukan melalui kesesuaian antara software dan hardware dengan kebutuhan perusahaan, kemudahan kustomisasi dan

- kemudahan dalam pengalihan ke versi yang lebih tinggi.
5. Pendidikan dan pelatihan kepada karyawan dalam melaksanakan implementasi ERP, agar keberhasilan implementasi ERP tercapai maka diperlukan adanya konsep dan logika ERP, tenaga pengajar yang berkualitas serta petunjuk yang sederhana dan mudah dipahami.
  6. Dukungan Vendor, hal sangat diperlukan dukungan dari para vendor untuk selalu cepat tanggap dalam pelayanan, tenaga konsultan yang berkualitas dan partisipasi vendor dalam implementasi

Selain hal-hal yang disebut dalam kesimpulan penelitian diatas untuk mencapai keberhasilan dalam penerapan sistem ERP, terdapat beberapa hal yang lebih rinci untuk dilakukan sebagai mana perusahaan membutuhkan tindakan yang lebih konkrit dan jelas. Seperti contohnya teori dalam perhitungan biaya dengan menggunakan ABC (*activity based costing*) maka untuk berhasil diterapkan dalam perusahaan maka akan lebih tepat perusahaanpun menggunakan ABM (*activity based management*). Begitu pula dengan system ERP, untuk mencapai keberhasilan penerapan ERP pada perusahaan maka dibutuhkan konsep ERP (*enterprise resource planning management*).

Berdasarkan konsep ERP tersebut maka *management* perusahaan pada hasil penelitian sebelumnya [3] kita bagi berdasarkan peranannya yaitu :



Gambar 2. Manajemen Perusahaan

- Departemen Pemrosesan Transaksi  
 Pada departemen ini dapat dipenuhi dengan bagian-bagian yang dimiliki oleh perusahaan itu sendiri berdasarkan alur proses perusahaan dimana pada

departemen ini yang perlu ditekankan adalah penempatan bagian telah sesuai dengan kebutuhan perusahaan secara efektif dan efisien.

- Departemen Analisis Perusahaan  
 Pada bagian ini dapat diserahkan kepada bagian riset, dimana penelitian dan pengembangan yang dilakukan adalah untuk seluruh departemen yang membutuhkan analisis sebagai pengembangan perusahaan ke depan. Selain itu bagian SDM (sumber daya manusia) untuk melakukan fungsinya melakukan analisis atas kinerja karyawan dan bagian *internal control* untuk melakukan pengawasan atas alur proses perusahaan.
- Departemen Gudang Data  
 Pada departemen ini akan melakukan fungsinya sebagai petugas pengklasifikasi data, monitoring penyimpanan data dan pengontrolan aktivitas penyimpanan dan keluar masuknya data.
- Departemen Database  
 Pada bagian ini dapat dilakukan oleh DBA (*database administrator*) dan bagian IT yang akan melakukan pengontrolan bukan hanya database atas semua data yang keluar dan masuk, tetapi juga mengawasi jalannya system ERP agar berjalan sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat.

Setelah mendapatkan konsep organisasi untuk mendukung ERP, maka yang harus di fikirkan adalah rangkaian tugas pada setiap struktur organisasi tersebut terhubung sesuai dengan hubungan informasi pada ERP. Hal ini dapat diuraikan sebagai berikut ;

- Departemen Analisis  
 Pada departemen ini terdapat empat divisi yang terlibat terdiri dari ; divisi internal kontrol, riset produk, riset pemasaran dan sumber daya manusia. Dimana seluruh divisi akan memberikan laporan dan berkomunikasi langsung dengan kepala departemen atas hasil penelitian, pengamatan terhadap produk dan pasar. Memonitoring kegiatan operasional perusahaan berkaitan dengan internal kontrol agar sesuai dengan visi dan misi perusahaan. Mengawasi, memonitoring dan menilai kinerja sumber daya manusia dalam perusahaan untuk dapat memanfaatkan kelebihan yang ada bagi perusahaan dan memberikan remunerasi yang setimpal sesuai dengan hasil kerjanya. Semua ini menjadi satu laporan

dan informasi yang diolah oleh kepala departemen dalam memberi dukungan keputusan bagi manajemen perusahaan sesuai dengan yang diharapkan.

- Departemen Pemrosesan Transaksi  
Pada departemen ini yang terlibat terdapat enam divisi yang terdiri dari; divisi penjualan dan pemasaran, perencanaan, keuangan, produksi, persediaan, pembelian dan pengadaan barang. Pada masing-masing melakukan fungsinya sama dengan fungsinya secara umum hanya saja perbedaannya dimana setiap divisi berjalan sesuai dengan alur transaksi kegiatan sehari-hari dari hulu ke hilir, sehingga memudahkan kepala departemen dalam melakukan monitoring kegiatan dan data yang berkaitan dengan pengambilan keputusan operasional perusahaan untuk sesuai dengan visi dan misi perusahaan.
- Departemen Database  
Pada departemen ini terdiri dari divisi database manajemen system dan teknologi informasi. Divisi DBMS bertanggung jawab atas monitoring dan pengawasan terhadap sistem yang sedang berjalan di perusahaan, serta mengawasi alur keluar masuknya data kedalam database, dimana semua diharapkan agar berjalan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Divisi teknologi informasi bertanggungjawab atas analisis dan rancangan sistem yang dibutuhkan perusahaan, serta bertanggungjawab atas pembuatan aplikasi yang dibutuhkan oleh perusahaan. Seluruh informasi dihubungkan dan dilaporkan kepada kepala departemen, dengan ini kepala departemen dapat memberikan keputusan yang berkaitan dengan penanganan, penggunaan, dan pengawasan teknologi informasi, Serta bertanggungjawab penuh atas teknologi informasi yang digunakan oleh perusahaan.
- Departemen Gudang Data  
Departemen ini terdiri dari dua divisi yaitu divisi penyimpanan data dan divisi kontrol data. Dimana pada divisi penyimpanan data ini bertanggungjawab atas data yang berada di gudang data, mengontrol data yang masuk dan keluar dari gudang data. Divisi kontrol data bertanggungjawab untuk melakukan monitoring atas data yang berada digudang data, memonitoring aliran keluar masuk data dari gudang data, dan memelihara atas data yang berada digudang data. Kepala departemen gudang data ini bertanggungjawab atas untuk

memantau, mengembangkan teknik penyimpanan data yang berada di departemen ini, bertanggungjawab secara penuh atas aktivitas yang terjadi di departemen gudang data ini.

#### IV. SIMPULAN

Kesimpulan yang dihasilkan adalah untuk mencapai keberhasilan implementasi ERP dalam perusahaan, terdapat banyak hal yang harus dilakukan bukan hanya dukungan dan komitmen manajemen perusahaan dalam kesiapan menjalankan sistem, pemilihan perangkat keras dan perangkat lunak, pemilihan pemasok atau konsultan system. Selain itu juga dibantu dengan struktur manajemen perusahaan agar perusahaan akan lebih siap dalam menjalankan system ERP dengan meminimalisir kegagalan dalam pengimplemetasiannya. Dengan bentuk struktur organisasi yang baru terdapat pembagian pekerjaan yang lebih terpusat yang sesuai dengan bentuk pembagian pekerjaan pada sistem ERP, dengan ini maka beberapa permasalahan dalam dapat diminimalisir seperti:

1. Permasalahan dalam kerumitan perencanaan dalam struktur perusahaan akan lebih mudah diatasi karena struktur manajemen mendukung bentuk struktur ERP dimana jaringan kordinasi dan tanggungjawab berada dalam satu kesatuan kerja yang sesuai dengan konsep sistem ERP.
2. Dengan bentuk organisasi mengikuti alur ERP maka hal ini akan memaksa pengembang untuk melibatkan karyawan dalam pembuatan sistem karena aliran informasi akan lebih akurat didapatkan dari karyawan pada bagian yang telah diselaraskan dengan aliran data dalam system ERP.
3. Untuk peningkatan kemampuan SDM, pelatihan terhadap pegawai dapat dipusatkan karena pegawai mengerjakan tugasnya sesuai dengan *job description* yang sesuai dengan fungsi jaringan informasi pada setiap masing-masing departemen yang tergambar dalam konsep struktur organisasi ERP. Sehingga pelatihan yang diberikan tidak akan banyak merubah pelaksanaan pekerjaan semula namun akan lebih mengarahkan pada penyesuaian dengan prosedur pekerjaan dalam struktur ERP.
4. Hal yang paling menonjol sebagai dampak perubahan konsep struktur organisasi adalah dimana permasalahan dalam konversi data akan lebih mudah diatasi

atau tidak akan mengalami banyak kesulitan dikarenakan semua data dikordinir dalam satu perintah dengan data sejenis, dengan jaringan informasi berdasarkan struktur organisasi ERP akan mempermudah penyesuaian dari sistem lama kedalam sistem yang baru.

Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah didalam penelitian ini menghasilkan rincian pekerjaan setiap struktur organisasi ERP dengan menampilkan jaringan informasi didalam masing-masing usulan departemen sebagai pendukung dari usulan konsep organisasi. Demikianlah pemikiran yang dapat diberikan berdasarkan informasi yang terkumpulkan selama ini, dimana hal ini dapat dilanjutkan pada penelitian berikutnya untuk menambah tingkat keberhasilan atas penerapan ERP ini didalam perusahaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Basri, Mursyid, Hasan, 2010, Kapan Kita Membutuhkan ERP, <http://manajemenoperasional.com/kapan-kita-membutuhkan-erp/>
- [2] Handriani, Inge, 2011, ERP Bagi Perusahaan, "Proceeding", Jakarta, Universitas Mercu Buana
- [3] Handriani, Inge, 2012, Konsep Manajemen ERP , "Proceeding", Bali, Konferensi Nasional Sistem Informasi.
- [4] Hall, James A.,2009, Sistem Informasi Akuntansi, Buku dua, Thomson Learning, Salemba Empat
- [5] Kurniawan, Ari, 2011, ERP(Enterprise Resource Planning), <http://blog.uad.ac.id/arikurniawan/2011/06/01/erp-enterprise-resource-planning/>
- [6] [http://www.erpweaver.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12:enterprise-resource-planning&catid=1:latest&Itemid=2,](http://www.erpweaver.com/index.php?option=com_content&view=article&id=12:enterprise-resource-planning&catid=1:latest&Itemid=2)
- [7] O'Brien, James A.,2007, Introduction To Information System, Edisi 12, McGraw-Hill, Salemba Empat
- [8] Turban, Leidner, McLean, Wetherbe, 2010, Information Technology for Management, Sixth Edition, Wiley International Student Version
- [9] Winahyu, Titis Restu, 2005, Analisis Faktor-Faktor Penentu Keberhasilan Dalam Implementasi Paket Sistem Enterprise Resource Planning (ERP) Untuk Mencapai Keunggulan Bersaing Perusahaan, "Tesis", Semarang, Universitas Diponegoro.

# Pengembangan Games Edukasi Adaptif Pada Platform BlackBerry Menggunakan Neural Network

Widodo Budiharto, Hendry Wibowo, Hansen Darmawan, Jonathan Kurniadi  
School of Computer Science, BINUS University  
Jl. K.H Syahdan no. 9 Palmerah, Jakarta Barat  
wbudiharto@binus.edu

**Abstract**—Perkembangan industri games sangat cepat dan tujuan pengembangannya pun tidak hanya untuk hiburan semata, tetapi juga digunakan untuk sarana edukasi interaktif bagi pelajar. Paper ini menampilkan penelitian pengembangan games edukasi adaptif bagi pelajar yang bisa menyesuaikan tingkat kesulitan games dengan kemampuan pengguna, sehingga dapat memotivasi pelajar untuk terus memainkan games tersebut. Sayangnya pengembangan games edukasi adaptif pada platform mobile berbahasa Indonesia yang menarik dan menghibur dalam proses pembelajaran bagi pelajar masih sangat minim. Kami mengusulkan metode games edukasi adaptif bagi pelajar, dimana games ini dapat menyesuaikan tingkat kesulitan, berdasarkan penilaian hasil dari soal-soal sebelumnya menggunakan neural network dengan 3 input berupa persentase benar, kecepatan menjawab dan minat model games (animasi/pelajaran (*lesson*)) serta 1 output. Hasil eksperimen dipaparkan dan menunjukkan sistem ini berjalan dengan baik pada perangkat mobile berbasis platform BlackBerry.

**Kata kunci** : adaptif, games edukasi, mobile, neural network.

## I. PENDAHULUAN

Saat ini, aplikasi games pada perangkat mobile (HP) berkembang dengan pesat dan sangat diminati oleh pelajar untuk hiburan atau meningkatkan pengetahuan dasar. Peningkatan drastis terjadi pada penggunaan games untuk sarana edukasi yang menyenangkan dan efektif bagi pelajar serta diskusi mengenai penggunaan games adaptif untuk meningkatkan proses belajar dan hiburan yang menarik untuk berbagai aspek pendidikan [1]. Yang paling dikenal mengenai pembelajaran berbasis games ialah peningkatan motivasi dari pelajar[2][3] dan hubungan antara games dan teori konstruktivitas [4], karena games yang dibuat dengan baik dapat memiliki nilai pedagogik untuk menghasilkan luaran pembelajaran yang memuaskan, karena pelajar dapat mengatasi masalah, bekerja/bermain bersama dan belajar dari pengalaman sebelumnya[3][4].

Telah banyak penelitian mengenai pengembangan games untuk edukasi berbasis aplikasi mobile seperti [4][5]. Namun pada penelitian tersebut, tidak ada mekanisme yang lengkap mengenai bagaimana identifikasi kemampuan pengguna (pelajar) yang memiliki minat pada games murni

atau games yang dilengkapi dengan pelajaran (*lesson*) dan quiz, serta tidak menggunakan kecerdasan berbasis Neural Network dengan input persentase jawaban yang benar, kecepatan menjawab dan minat mode games(animasi/pelajaran). Selain itu, penelitian mengenai pengembangan dan penggunaan games edukasi adaptif pada platform mobile berbahasa Indonesia bagi pelajar belum tersentuh sama sekali.

Salah satu penyedia aplikasi games mobile yang ramai digunakan di Indonesia ialah perangkat HP BlackBerry dari Research in Motion (RIM). Namun demikian, aplikasi games edukasi yang adaptif berbahasa Indonesia pada platform tersebut belum banyak, dan menjadi tantangan baru pada pengembangan games mobile di Indonesia. Sistem Operasi BlackBerry memungkinkan para pengembang mengembangkan aplikasi open source berbasis Java yang dapat dikomersialkan dengan mudah [6][7]. Keuntungan di dalam mengembangkan aplikasi games berbasis BlackBerry ialah masih minimnya aplikasi games untuk platform yang cukup banyak digunakan di Indonesia, mengingat perangkat HP BlackBerry cenderung difokuskan untuk aplikasi bisnis. Hal inilah yang merupakan poin penting di dalam mengembangkan aplikasi games berbiaya murah namun handal.

State of the art dari riset ini ialah kami mengusulkan framework untuk games adaptif pada aplikasi mobile (HP) dimana sistem akan mampu mengidentifikasi tingkat kemampuan dan minat pelajar (pengguna) pada games yang disenanginya menggunakan Neural Networks. Sehingga berdasarkan identifikasi tersebut, diperoleh informasi minat dan kemampuan dari pelajar tersebut agar level dan model games yang ditawarkan bersifat adaptif sehingga pelajar tidak merasa bosan. Sistem Adaptif yang diusulkan menggunakan metode pengenalan profile tingkat pemahaman materi dan bidang minatnya. Dimana model games edukatif yang diusulkan berupa games murni, pelajaran(*lesson*) matematika dan quiz menggunakan kecerdasan buatan berbasis Neural Network dengan 3 input dan 1 output. Hasil akhir penelitian dari riset ini ialah dihasilkan framework software game edukasi adaptif dengan menggunakan neural network. Pada pengembangan selanjutnya, games bersifat *multiplayer* sehingga dapat menjaga dan meningkatkan interaksi sosial pelajar dengan lawan main.

## II. PERANGKAT BLACKBERRY

Perangkat genggam BlackBerry terintegrasi pada sistem email yang terorganisasi melalui paket perangkat lunak yang disebut BES. BES dapat digunakan oleh jaringan email yang berbasis Microsoft Exchange, Lotus Domino, dan Novell Group Wise. Khusus pada pengguna individu, mereka dapat menggunakan layanan email nirkabel yang disediakan oleh provider tanpa harus menginstalasi BES. Para pengguna individu dapat menggunakan BlackBerry Internet Solution tanpa harus menginstalasi BES di smartphone mereka.

BES memang ditujukan bagi pelanggan korporasi dengan cakupan usaha yang besar. Perangkat lunak ini mengintegrasikan seluruh smartphone BlackBerry pada suatu organisasi dengan sistem perusahaan yang telah ada. Keuntungan yang diperoleh adalah memperluas komunikasi nirkabel dan data perusahaan kepada pengguna aktif dengan cara yang aman.

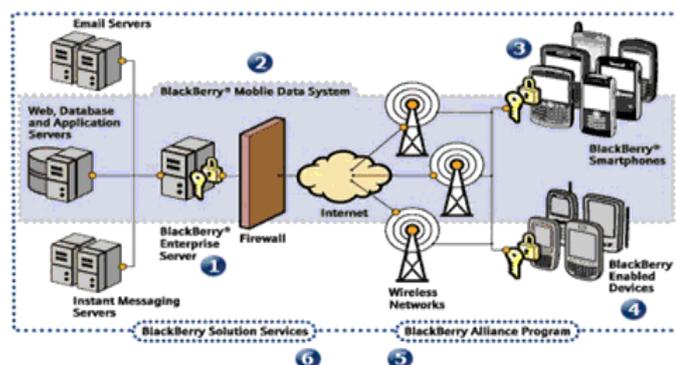
- BlackBerry Professional Software (BPS)

BPS merupakan komunikasi nirkabel dan kolaborasi solusi bagi usaha kecil dan menengah. Ia menghadirkan berbagai fitur yang dibutuhkan karyawan, dalam sebuah paket yang mudah dipasang dan harga yang lebih murah.

BlackBerry Internet Service (BIS)

- Perangkat lunak yang diperuntukkan bagi pengguna pribadi ini memungkinkan Anda untuk mengintegrasikan smartphone dengan 10 akun email yang berbasis Post Office Protocol (POP3) dan Internet Message Access Protocol (IMAP), menerima dan mengirim pesan instan, serta berselancar di internet. Dengan BIS, kita juga dapat membuka tambahan data (attachment) dalam bentuk excel, word, powerpoint, pdf, zip, jpg, gif dengan tingkat kompresi data yang tinggi. BlackBerry menyediakan multi-tasking operating system yang memungkinkan penggunaan secara intens dari sebuah alat. Operating System (OS) menyediakan dukungan bagi Mobile Information Device Profile (MIDP) 1.0 dan Wireless Application Protocol (WAP) 1.2.

Gambar di bawah menampilkan Model Layanan BlackBerry :



Gambar 1. Model Layanan BlackBerry

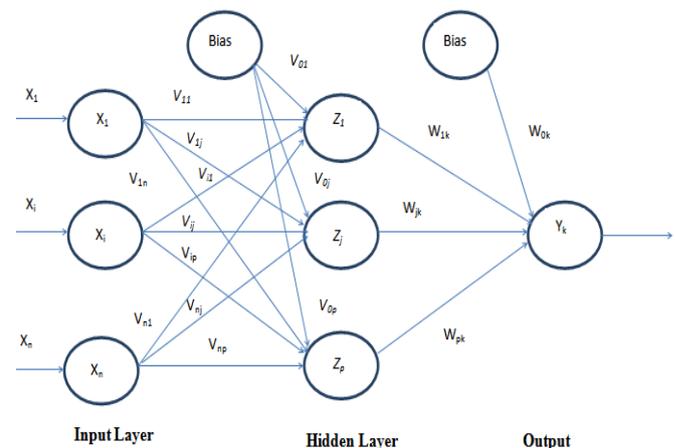
## III. NEURAL NETWORK

### A. Konsep Neural Network

Neural Network merupakan algoritma komputasi yang meniru cara kerja sel syaraf. Semua sinyal yang masuk dikalikan dengan bobot yang ada pada tiap masukan, oleh sel neuron, semua sinyal yang sudah dikalikan dengan bobot dijumlahkan kemudian ditambah lagi dengan bias. Hasil penjumlahan ini diinputkan ke suatu fungsi (fungsi aktivasi) menghasilkan keluaran dari neuron (di sini digunakan fungsi aktivasi linier). Selama proses pembelajaran, bobot-bobot dan bias selalu diperbaharui menggunakan algoritma belajar. Jika ada error pada keluaran.

Fungsi network sangat ditentukan oleh koneksi antar elemen. Kita dapat melatih sebuah neural network untuk melakukan fungsi tertentu dengan menyesuaikan nilai dari koneksi antar elemen.

Umumnya neural network disesuaikan / dilatih sehingga input tertentu menghasilkan output tujuan yang spesifik. Network disesuaikan berdasarkan perbandingan antara output dan tujuan sehingga output network sesuai dengan target. Untuk proses identifikasi, bobot-bobot yang secara langsung memboboti masukan inilah yang dinamakan sebagai parameter yang dicari, seperti terlihat pada Gambar 2, parameter yang dicari adalah harga  $w_1, w_2, w_3$  dan  $w_4$ .



Gambar 2. Gambaran umum neural network dengan 3 input

Pertama, seluruh weight diinisialisasikan dengan angka acak, misalnya antara 0-1. Selanjutnya pola input diaplikasikan dan output dikalkulasikan (*forward pass*). Hasil kalkulasinya akan memberi output yang sangat berbeda dari apa yang Anda inginkan (targetnya), karena seluruh weightnya adalah acak. Lalu kalkulasikan error pada setiap neuron, yang pada dasarnya :  $Target - Output$ . Error ini digunakan secara matematis untuk mengganti seluruh *weight* sehingga errornya akan semakin kecil. Dalam kata lain, Output dari tiap neuron akan semakin mendekati targetnya (*reverse pass*). Proses ini diulangi sampai errornya mencapai angka minimal.

## B. Algoritma Neural Network

Berikut ini penjelasan algoritma backpropagation yang digunakan :

### Algoritma training Backpropagation

Langkah 0 : Inisialisasi bobot

Langkah 1 : Selama kondisi berhenti false, lakukan langkah 2-9

Langkah 2 : Untuk setiap pasangan data pelatihan, lakukan langkah 3-8

*Feedforward (Langkah maju) :*

Langkah 3 : Setiap unit input ( $X_i, i = 1, \dots, n$ ) menerima sinyal input  $X_i$  dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan di atasnya (hidden layer)

Langkah 4 : Setiap unit tersembunyi ( $Z_j, j = 1, \dots, p$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot.

$$Z\_in_j = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \quad (1)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya

$$Z_j = f(Z\_in_j) \quad (2)$$

dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output)

Langkah 5 : Setiap unit output ( $Y_k, k = 1, \dots, m$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot :

$$Z\_in_j = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \quad (3)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya.

$$Y_k = f(Y\_in_k) \quad (4)$$

*Proses Backward (Langkah mundur) :*

Langkah 6 : Tiap-tiap unit output ( $Y_k, k = 1, \dots, m$ ) menerima pola target yang berhubungan dengan pola input pembelajaran, hitung informasi errornya :

$$\delta_k = (T_k - Y_k) f'(Y_{in_k}) \quad (5)$$

Hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $W_{jk}$ ).

$$\Delta W_{jk} = \alpha \delta_k Z_j \quad (6)$$

Hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $W$ ) dan kirimkan nilai tersebut ke unit-unit yang ada di lapisan bawahnya.

$$\Delta W_{0k} = \alpha \delta_k \quad (7)$$

Langkah 7: Tiap-tiap hidden unit ( $Z_j, j = 1, \dots, p$ ) menjumlahkan delta inputnya (dari unit yang berada pada lapisan atasnya) :

$$\delta\_in_j = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk} \quad (8)$$

Kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi errornya:

$$\delta_j = \delta\_in_j f'(z_{in_j}) \quad (9)$$

Kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya digunakan untuk memperbaiki nilai  $V_{ij}$ ),

$$\Delta V_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (10)$$

hitung juga koreksi bias yang digunakan untuk memperbaiki nilai  $V_{0j}$  :

$$V_{0j} = \alpha \delta_j \quad (11)$$

Terakhir perbaiki bobot dan bias :

Langkah 8 : Setiap unit output ( $Y_k, k = 1, \dots, m$ ) memperbaiki bobot dan biasnya ( $j = 0, \dots, p$ ).

$$W_{jk} \text{baru} = W_{jk} \text{lama} + \Delta W_{jk} \quad (12)$$

Setiap unit tersembunyi ( $Z_j, j = 1, \dots, p$ ) memperbaiki bobot dan biasnya ( $i = 0, \dots, n$ ).

$$V_{ij} \text{baru} = V_{ij} \text{lama} + \Delta V_{ij} \quad (13)$$

Langkah 9 : Tes kondisi berhenti.

### Algoritma Aplikasi Backpropagation

Langkah 0 : Inisialisasi bobot (dari hasil algoritma training) *Feedforward* (langkah maju):

Langkah 1 : Selama kondisi berhenti *false*, lakukan langkah 2-4.

Langkah 2 : Setiap unit input ( $X_i, i = 1, \dots, n$ ) menerima sinyal input  $X_i$  dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan di atasnya (*hidden layer*).

Langkah 3 : Setiap unit tersembunyi ( $Z_j, j = 1, \dots, p$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot :

$$Z\_in_j = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \quad (14)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya.

$$Z_j = f(Z_{in_j}) \quad (15)$$

Dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output).

Langkah 4 : Setiap unit output ( $Y_k, k = 1, \dots, m$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot :

$$Y_{in_k} = W_{0k} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{jk} \quad (16)$$

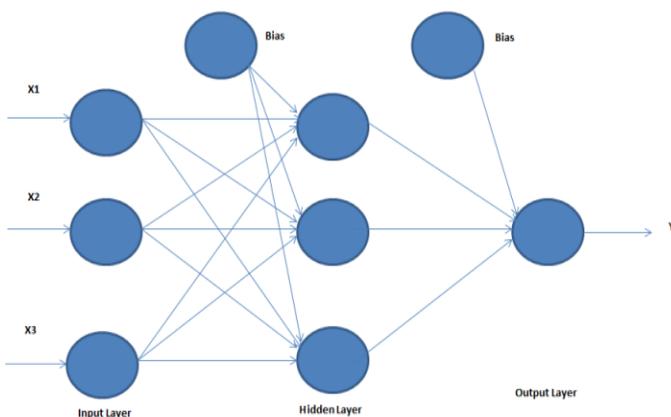
Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya.

$$Y_k = f(Y_{in_k}) \quad (17)$$

#### IV. METODE YANG DIUSULKAN

##### A. Rancangan Neural Network

Studi awal pengembangan aplikasi berbasis platform BlackBerry telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, diantaranya pengembangan games berbasis Platform BlackBerry, namun belum disisipkan kemampuan adaptif. Rancangan neural network ditunjukkan pada gambar 3 dengan 3 input  $X_1, X_2, X_3$  dan output Y.



Gambar 3. Rancangan neural network games edukasi adaptif

Penjelasan input dan output pada Gambar 2 :

$X_1$  : Waktu yang diperlukan pengguna dalam menyelesaikan soal – soal.

$X_2$  : Perbandingan frekuensi antara jawaban yang benar dan yang salah.

$X_3$  : Perbandingan frekuensi tipe permainan yang dimainkan

oleh pengguna (soal matematika /games).

Y : Penyesuaian tingkat kesulitan berdasarkan input.

Dengan input data pelatihan dan output sebagai berikut, dimana untuk input, nilai 0 menandakan hasil permainan oleh pelajar kurang OK, dan 1 adalah OK, sedangkan output 0 menandakan group soal berikutnya lebih mudah, sedangkan 1 lebih susah. Tabel 1 menampilkan pasangan data input dan output pada data pelatihan untuk neural network yang digunakan :

TABEL 1. PASANGAN DATA INPUT DAN OUTPUT PADA DATA PELATIHAN

Input			Output
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	
0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
1	1	0	1
1	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1

##### B. Implementasi

Proses perancangan program menggunakan alur *Software Development Life Cycle* (SDLC) [8]. Development IDE yang digunakan ialah Eclipse Helios yang di dalamnya mendukung BlackBerry Java Plugin 1.5 untuk pengembangan aplikasi mobile BlackBerry dengan BlackBerry Simulator. Sedangkan untuk koneksi ke perangkat BlackBerry menggunakan software BlackBerry Desktop manager.



Gambar 4. Pengembangan aplikasi menggunakan Development IDE Eclipse Helios (a) serta BlackBerry 9330 Simulator (b), untuk koneksi ke perangkat menggunakan BlackBerry Desktop Manager.

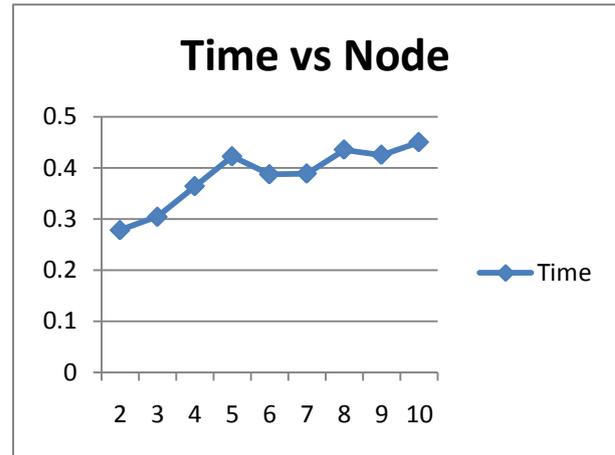
## V. HASIL EKSPERIMEN DAN DISKUSI

Eksperimen dilakukan pada Simulator dan perangkat BlackBerry Bold dengan OS 7.0 dengan hasil ditampilkan pada gambar 5 :



Gambar 5. Hasil simulasi menggunakan BlackBerry Simulator, Form menu utama untuk memilih games animasi/matematika (a), pilihan games animasi (b), Games Matematika (c) dan contoh Games Bola (d).

Proses pelatihan tidak membutuhkan waktu yang lama, dengan banyaknya epoch menentukan error minimum yang diperoleh. Program yang dibuat dengan animasi sound juga dapat dijalankan dengan cepat. Perlu diperhatikan bahwa handset yang digunakan harus sesuai dengan dukungan OS yang digunakan pada Development IDE yang digunakan. Gambar 6. di bawah ini menampilkan hasil waktu yang dibutuhkan untuk variasi jumlah node:



Gambar 6. Hasil waktu yg dibutuhkan untuk berbagai node

## VI. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan games edukasi adaptif menggunakan algoritma BackPropagation pada neural network dengan 3 input dan 1 output. Selain itu, algoritma training tidak memakan banyak waktu sehingga waktu loading yang diperlukan untuk memulai game ini terbilang cukup cepat. Dengan data pelatihan yang sedikit, menggunakan algoritma Backpropagation dapat menangani data yang bernoise dan tetap dapat memprediksi output dengan benar. Di lain hal, neural network yang telah ditraining juga bisa mengambil keputusan dengan tepat dan cepat. Games yang dibuat berhasil mencapai tujuan yang mampu menentukan tingkat kemampuan pengguna dan menyesuaikan level kesulitan pada kelompok animasi/soal berikutnya. Pada penelitian berikutnya, akan diusulkan model games edukasi adaptif yang bisa berjalan secara multiplayer berbasis koneksi Bluetooth.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nicola W, Encouraging Engagement in Game-Based Learning, International Journal of Game-Based Learning, vol. 1(1), pp. 75-84, 2011.
- [2] Ming-Chun C. and Shyan-Ming Y., An Adaptive Mobile Application DevelopmentFramework, Lecture Notes in Computer Science, Springer Publisher, Vol. 3824/2005, 765-774, 2005.
- [3] Brett E. Shelton, Historical Perspectives on Games and Education from the Learning Sciences, International Journal of Game-Based Learning, vol. 1(3), 83-106,2011.
- [4] Glushkova T., Adaptive Model for User Knowledge in the e-learning System, International Conference on Computer Systems and Technologies, pp. 161-166, 2008.
- [5] Thomas K., Black J.P, An Architecture for Adaptive Mobile Applications, International Conference on Wireless Application, 1999.
- [6] Beginner BlackBerry Development, Apress Publisher, 2010
- [7] Games Development for BlackBerry, Apress Publisher, 2010.
- [8] Pressman, R.S. (2010). Software engineering: A practioner's approach. (7th edition).

# Penerapan Teknologi *Push Mobile* Untuk Sistem Perekrutan Karyawan Lepas (*Freelancer*)

Muhsin Shodiq  
School of Computer Science  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia  
muhsin@binus.edu

Agustinna Yosanny  
School of Computer Science  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia  
ayosanny@binus.edu

**Abstract**—Penggunaan teknologi internet menjadi bagian kehidupan sehari-hari dalam berkomunikasi satu sama lain seperti *e-mail*, *messenger* ataupun situs *social network*. Kemajuan teknologi *mobile*, melahirkan ponsel-ponsel pintar yang membuat kemudahan dalam menggunakan layanan internet. Penelitian ini dilakukan untuk merancang sebuah sistem dengan menggunakan teknologi *push* pada *mobile* dengan memanfaatkan teknologi internet, yang dapat membantu perusahaan dalam proses perekrutan karyawan lepas atau *freelancer* dimana sistem ini juga menjadi pengingat bagi *freelancer* mengenai jadwal tugas untuk mengatasi permasalahan daya ingat manusia. Penelitian dimulai dari mengumpulkan data berupa survei, observasi, dan studi pustaka, menganalisis hasil pengumpulan data, merancang sistem, membangun aplikasi, implementasi dan evaluasi. Hasil yang didapatkan pada penelitian adalah perancangan sistem yang bisa digunakan perusahaan untuk melakukan perekrutan karyawan lepas atau *freelancer* melalui teknologi internet yang bisa menjadi alternatif lain untuk menekan biaya operasional dengan menggantikan proses penggunaan layanan seluler SMS atau panggilan telepon.

*push technology; internet; blackberry push service; mobile; web service;*

## I. PENDAHULUAN

Tenggunaan teknologi internet menjadi bagian kehidupan sehari-hari dalam berkomunikasi satu sama lain seperti *e-mail*, *messenger* ataupun situs *social network* seperti Facebook dan Twitter. Kemajuan teknologi *mobile*, melahirkan ponsel-ponsel pintar yang membuat layanan internet tidak lagi hanya bisa diakses melalui komputer saja. Firma riset TNS [4] memaparkan pada situs berita online okezone bahwa 58 persen pengguna internet di Indonesia saat ini mengakses internet lewat ponsel mereka. Lembaga Survei Nielsen [8] juga mencatat bahwa sekitar 48 persen pengguna internet di Indonesia menggunakan ponsel untuk mengakses internet.

Otak manusia sering kali dihadapkan dalam keterbatasan yaitu permasalahan daya ingat, manusia sering kali dihadapkan pada persoalan lupa. Penggunaan layanan seluler seperti pengiriman pesan singkat atau yang dikenal dengan istilah *Short Message Services* (SMS) atau panggilan telepon menjadi alternatif yang bisa digunakan untuk mengingatkan satu sama lain. Pada penelitian sebelumnya [7], aplikasi SMS digunakan sebagai pengingat ibu hamil dalam menghindari hal-hal yang bisa mengganggu kesehatan ibu dan janin.

Dengan adanya ponsel pintar, berbagai aplikasi pengingat mulai bermunculan. Salah satu yang umum digunakan adalah aplikasi *calendar* yang biasa digunakan sebagai pengingat aktifitas rapat, ulang tahun, atau kegiatan lain-nya. Akan tetapi penggunaan aplikasi *calendar* tidak akan bisa berjalan baik jika pengguna ponsel tidak dengan aktif melakukan pengaturan pada aplikasi tersebut.

Karyawan lepas atau yang biasa disebut *freelancer* terkadang menjadi pilihan untuk sebuah perusahaan yang hanya ingin me-rekrut karyawan untuk sebuah proyek dalam suatu rentang waktu. Sebagai contoh, perusahaan PT. XYZ yang bergerak di bidang industri musik, menyediakan jasa penyewaan studio rekaman dimana untuk mengoperasikan studio rekaman membutuhkan seorang yang mengerti tentang peralatan yang ada, disebut dengan *editor*. PT. XYZ dapat menggunakan jasa *freelancer* untuk mengisi posisi *editor* yang disesuaikan dengan transaksi penyewaan.

Permasalahan yang dialami oleh PT. XYZ adalah masih manual-nya sistem penentuan *freelancer* yang bertugas dengan menggunakan panggilan telepon yang mengakibatkan penggunaan biaya operasional yang tidak murah. Disisi lain, permasalahan daya ingat juga menjadi masalah untuk *freelancer* dalam hal jadwal tugas.

Penelitian ini merancang sebuah sistem yang dapat membantu perusahaan dalam proses penentuan *freelancer* yang bertugas dimana sistem ini juga menjadi pengingat bagi *freelancer* mengenai jadwal tugas mereka. Sistem ini dirancang dengan menggunakan teknologi *mobile* khusus-nya *mobile push* yang akan dijelaskan pada bab 2, dimana aplikasi ini akan memanfaatkan teknologi internet. Hasil yang diharapkan adalah dengan menggunakan teknologi *mobile* dan teknologi internet dapat menjadi alternatif lain untuk menekan biaya operasional perusahaan yang selama ini menggunakan layanan seluler seperti SMS dan panggilan telepon, sekaligus mengurangi permasalahan daya ingat bagi *freelancer* dengan menerapkan fungsi pengingat atau reminder pada aplikasi *mobile*.

## II. ANALISIS

### A. Web Service

*Web service* adalah aplikasi perangkat lunak yang dapat ditemukan, diuraikan, dan diakses berdasarkan pada *eXtensible*

Markup Language (XML), dan protokol standar web pada intranet, extranet, dan internet [3].

Web service bertujuan untuk meningkatkan kolaborasi antar pemrogram dan perusahaan yang memungkinkan suatu fungsi di dalam web service dapat digunakan oleh aplikasi lain tanpa harus mengetahui terlebih dahulu detail pemrograman yang ada di dalamnya.

Alasan mengapa menggunakan web service dalam suatu pemrograman adalah sebagai berikut :

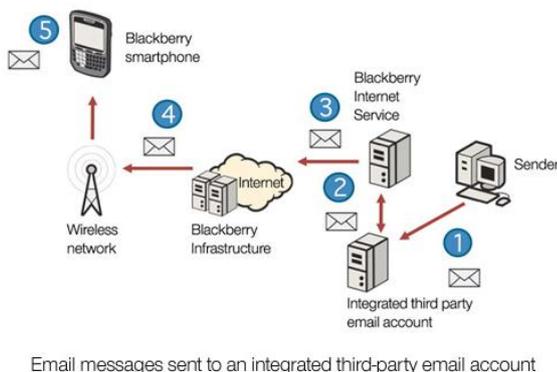
- Web service dapat digunakan untuk mentransformasikan dari satu atau beberapa business logic atau kelas dan objek yang terpisah dalam satu ruang lingkup, sehingga tingkat keamanannya dapat ditangani dengan baik.
- Web service memiliki kemudahan dalam proses penggunaannya, karena tidak harus memiliki registrasi khusus ke dalam suatu sistem operasi. Web service cukup di-upload ke dalam web server dan pengguna dapat mengaksesnya jika telah diberikan otorisasi.

### B. Push Technology

Ketika ingin mendapatkan suatu informasi baru pada sebuah website berita, maka langkah yang harus dilakukan adalah membuka website tersebut dan mencari informasi berita yang ingin di baca. Permasalahan yang terjadi adalah informasi berita yang tersedia masih sama dengan berita yang terlihat sebelumnya atau belum ada berita baru, kemungkinan lain yang terjadi adalah berita terbaru tidak menarik minat untuk dibaca. Pada proses ini, user atau pengguna diharuskan melakukan pengecekan secara rutin untuk mendapatkan informasi terbaru.

Teknologi push merupakan pendekatan dimana seluruh informasi diberikan kepada user secara otomatis. Pengguna cukup melakukan subscribe pada channel yang diinginkan untuk mendapatkan informasi terbaru dan secara otomatis, informasi-informasi terbaru akan diberikan [5].

Penggunaan teknologi push sudah banyak digunakan pada mobile, sebagai contoh adalah layanan push email yang digunakan oleh BlackBerry smartphone seperti yang diilustrasikan pada "Gambar 1".



Gambar 1. BlackBerry Push Email Service  
([http://www.evolvele.com/blackberry\\_solutions.php](http://www.evolvele.com/blackberry_solutions.php))

### C. BlackBerry Push Service

BlackBerry Push Service adalah bagian penting dari BlackBerry smartphone yang real time dan selalu siap digunakan. Layanan ini menawarkan cara yang sangat efisien dan andal untuk mengirim informasi kepada pengguna. Aplikasi BlackBerry juga dapat memproses informasi di latar belakang dan memberi tanda kepada pengguna.

BlackBerry Push Service berguna untuk menambahkan karakteristik yang disukai pelanggan smartphone ke aplikasi anda, termasuk masa pakai baterai yang lebih lama, aplikasi yang berjalan di latar belakang, dan kemampuan memperoleh informasi dengan cepat. Pelanggan smartphone mengharapkan agar mereka mudah mengakses pemberitahuan tentang informasi baru yang diterima. Fungsi utama yang memberikan kemampuan ini di BlackBerry smartphone adalah teknologi push.

BlackBerry Push Service memungkinkan anda mengembangkan aplikasi Java atau BlackBerry Widgets yang memanfaatkan teknologi push melalui infrastruktur BlackBerry Enterprise Server atau BlackBerry Internet Bundle. anda dapat mem-push gambar, teks, atau konten audio ke jutaan BlackBerry smartphone sekaligus secara aman dan andal.

Dengan BlackBerry Push Service, konten lengkap (kapasitas terbesar di industri ini, yakni hingga 8 KB) akan di-push ke BlackBerry smartphone dan dapat segera digunakan. Karena batas ukuran pesan push, solusi push lainnya hanya dapat menyediakan pemberitahuan sederhana bahwa konten baru tersedia untuk di-download.

### D. JAVA - BlackBerry

BlackBerry Java Development Environment (BlackBerry JDE) adalah lingkungan dan program simulasi pengembangan yang benar-benar terintegrasi untuk membuat aplikasi Java Platform, Micro Edition (Java ME) untuk smartphone BlackBerry berbasis Java.

BlackBerry JDE adalah lingkungan Java ME yang kompatibel dengan Mobile Information Device Profile (MIDP) untuk pengembang yang ingin aplikasi nirkabelnya benar-benar portabel. Selain itu, BlackBerry JDE menyediakan paket lengkap antarmuka dan utilitas untuk memanfaatkan beberapa fitur unik di smartphone BlackBerry. Equations

## III. METODE PENELITIAN

Metode pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah waterfall model. Menurut Pressman [6], waterfall model menyarankan pendekatan yang sistematis dan sekuensial dalam pengembangan perangkat lunak, yaitu :

- **Communication.** Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data berupa survey terhadap perusahaan dan tenaga kerja freelance, observasi dan studi pustaka. Pengumpulan data ini digunakan untuk mengetahui kesesuaian tujuan dari pembuatan sistem dan mengetahui kebutuhan pengguna terhadap sistem.
- **Planning.** Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap hasil tahap sebelumnya, yang kemudian dibuat perencanaan dalam pembuatan sistem. Pada

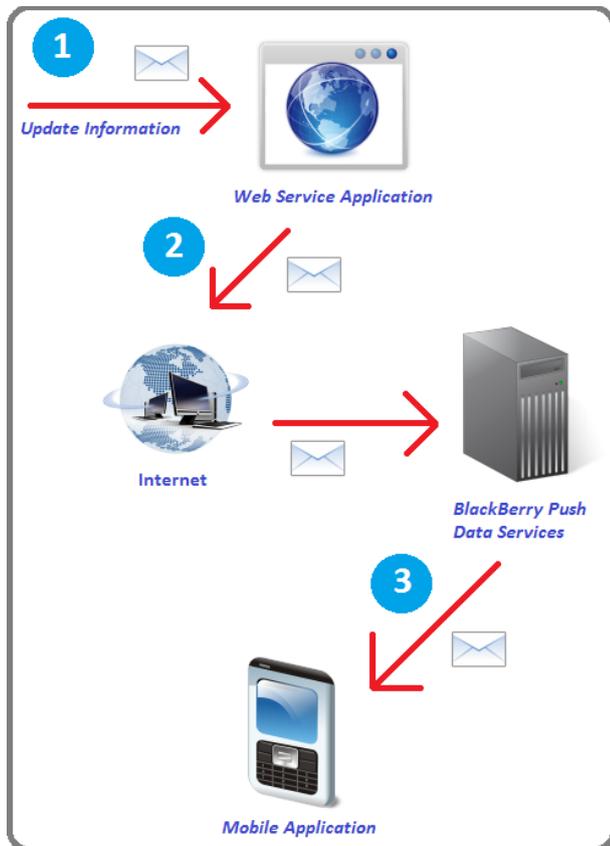
perencanaan ini menjelaskan bagaimana sistem bekerja, resiko yang mungkin terjadi, sumber daya yang dibutuhkan dan jadwal kerja.

- **Modelling.** Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem dengan memperlihatkan fungsi-fungsi dari sistem yang akan dibangun dan perancangan *user interface*.
- **Construction.** Pada tahap ini, dilakukan penerjemahan dari hasil perancangan ke dalam bahasa pemrograman yang telah ditentukan dan pengujian terhadap kesalahan di dalam pengkodean.
- **Deployment.** Pada tahap ini, dilakukan implementasi terhadap perusahaan yang telah ditentukan untuk mendapatkan evaluasi dari aplikasi

#### IV. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

##### A. Arsitektur Sistem

Sistem ini dirancang dengan menggunakan teknologi *push* pada *smartphone BlackBerry* atau disebut dengan *BlackBerry Push Service*. *Smartphone BlackBerry* dipilih karena jumlah pengguna-nya yang terus meningkat di Indonesia, berdasarkan informasi pada website DailySocial [1], hingga tahun 2011 ada sekitar 5 juta pelanggan yang menggunakan layanan *BlackBerry* dan diperkirakan akan mencapai 9.7 juta pelanggan pada tahun 2015. Arsitektur perancangan sistem untuk aplikasi bisa dilihat pada “Gambar 2”.



Gambar 2. Perancangan Arsitektur Sistem

##### B. Implementasi Aplikasi Mobile

Implementasi yang dijelaskan mengacu pada kasus yang terjadi pada perusahaan PT XYZ seperti yang dijelaskan pada pendahuluan, perusahaan PT XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak pada bidang industri musik. Dimana seluruh *editor* yang bekerja merupakan karyawan lepas atau *freelancer*, dimana aplikasi *mobile* ini akan digunakan oleh seluruh *editor* perusahaan PT XYZ.

Sesuai langkah yang diilustrasikan pada pada “Gambar 2”, langkah awal yang dilakukan adalah perusahaan PT XYZ menentukan jadwal yang di tawarkan kepada *editor* seperti yang terlihat pada “Gambar 3”. Setelah itu secara otomatis, informasi mengenai jadwal akan disampaikan kepada *editor* yang bersangkutan secara otomatis dengan menggunakan layanan *BlackBerry Push Data Services*.

The screenshot shows a web interface for scheduling. At the top, there is a search bar for '2012-01-24'. Below it is a table of available shifts:

Day	Shift 1	Shift 2	Shift 3
Sunday, 2012-01-22	✓	✓	✓
Monday, 2012-01-23	✓	✓	✓
Tuesday, 2012-01-24	✓	✓	✓
Wednesday, 2012-01-25	✓	✓	✓
Thursday, 2012-01-26	✓	✓	✓
Friday, 2012-01-27	✓	✓	✓
Saturday, 2012-01-28	✓	✓	✓

Below the table is a form titled 'Book your recording schedule' with the following fields:

- Customer: Muhsin S (dropdown)
- Editor: Ali (dropdown)
- Date: Choose Date (text input)
- Shift: Choose Date (dropdown)
- Duration: (dropdown)
- Notes: (text area)
- Save (button)

Gambar 3. Halaman Penentuan Jadwal Editor



Gambar 4. Layar Login

Untuk prosedur keamanan maka dibutuhkan proses login, dimana proses ini digunakan untuk memastikan bahwa aplikasi digunakan oleh editor yang diberikan akses dan juga proses informasi penawaran diberikan secara tepat sasaran, seperti yang terlihat pada “Gambar 4”.

Setelah editor melewati proses login, maka editor bisa melihat tawaran yang diberikan oleh perusahaan PT XYZ, editor harus melakukan konfirmasi apakah penawaran yang diberikan diterima atau ditolak seperti yang terlihat pada “Gambar 5”.



Gambar 5. Layar Penawaran Dan Konfirmasi

Jika *editor* ingin melihat jadwal yang telah mereka setuju, maka tersedia halaman *view schedule*, seperti yang terlihat pada “Gambar 6”.



Gambar 6. Layar View Schedule

## V. SIMPULAN

Sistem ini dirancang sebagai alternatif lain yang bisa digunakan dalam perekrutan karyawan lepas atau *freelancer* pada sebuah perusahaan. Dengan menggunakan teknologi *push mobile* dan internet bisa merupakan alternatif lain yang bisa menggantikan proses perekrutan yang masih menggunakan layanan seluler SMS ataupun panggilan telepon. Dengan tersedianya informasi jadwal tugas, sistem ini juga menjadi pengingat bagi *freelancer* untuk mengatasi permasalahan daya ingat manusia yaitu lupa.

Penggunaan teknologi *web service* diharapkan memudahkan pengintegrasian sistem untuk perangkat *smartphone* lain-nya, seperti *smartphone android* dari Google, *smartphone windows mobile* dari Microsoft dan *iPhone* dari Apple.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amir Karimuddin. RIM Harapkan Pengguna BlackBerry di Indonesia Capai 9.7 Juta Tahun 2015. Diakses pada Januari 2012 dari <http://dailysocial.net/2012/01/05/rim-harapkan-pengguna-blackberry-di-indonesia-capai-9-7-juta-tahun-2015/>
- [2] Anonymous. *BlackBerry Push Service*. Diakses pada Januari 2012 dari <http://us.BlackBerry.com/developers/platform/pushapi.jsp>
- [3] Daconta, M.C., Obrst, L.J., & Smith, K.T. (2005). *The Semantic Web: A Guide to the Future of XML, Web services, and Knowledge Management*. United States of America : Scientific American.
- [4] Defanie Arianti. 58% Pengakses Internet di Indonesia Gunakan Ponsel. Diakses pada Januari 2012 dari <http://techno.okezone.com/read/2011/07/26/55/484519/58-pengakses-internet-di-indonesia-gunakan-ponsel>
- [5] Podnar, I., Hauswirth, M. dan Jazayeri, M. (2002). *Mobile Push : Delivering Content to Mobile Users*. Distributed Computing Systems Workshops 2002.
- [6] Pressman, Roger S. (2010). *Software Engineering : A Practitioner's Approach*. 7<sup>th</sup> Edition. New York: McGraw-Hill.
- [7] Rustamaji, H. C., Kaswidjanti, W. dan Laninda. (2008). Aplikasi SMS Pengingat Ibu Hami. Seminar Nasional Informatika 2008 (semnasIF 2008).
- [8] Sandra Karina. 48% Pengguna Indonesia Buka Internet Lewat Ponsel. Diakses pada Januari 2012 dari <http://techno.okezone.com/read/2011/07/11/55/478546/48-pengguna-indonesia-buka-internet-lewat-ponsel>

# Pembangunan Mesin Pencari Dokumen Menggunakan Boolean Retrieval Method dan Inverted Files System

Derwin Suhartono  
Computer Science Department  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia  
[dsuhartono@binus.edu](mailto:dsuhartono@binus.edu)

Erwin Setiawan  
Graduate Program  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia  
[erwin.stwn@gmail.com](mailto:erwin.stwn@gmail.com)

Djon Irwanto  
Computer Science Department  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia  
[djonirwanto@gmail.com](mailto:djonirwanto@gmail.com)

**Abstract** – Perkembangan jumlah dokumen digital terus meningkat dari waktu ke waktu. Oleh karenanya, isu mengenai indexing dan retrieval dokumen menjadi perhatian yang khusus. Paper ini membahas pembangunan sebuah sistem pencarian dokumen yang mampu melakukan pencarian berdasarkan keyword yang terkandung di dalam isi dokumen. Metodologi yang digunakan adalah Boolean Retrieval Method dan Inverted Files System. Manfaat yang diperoleh dari sistem ini adalah menambahkan kemampuan pencarian dokumen dan memberikan kemudahan bagi user dalam memasukkan dokumen ke dalam database. Hasilnya adalah memberikan alternatif cara dalam pengolahan dokumen digital, yaitu penyimpanan dan pengambilannya. Perpustakaan dari BINUS University dijadikan sample untuk pembuatan penelitian ini

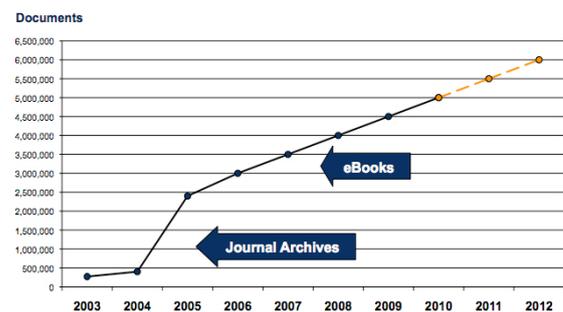
**Keywords:** Document Search Engine, Boolean Retrieval Method, Inverted Files System

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat banyak berpengaruh di berbagai bidang. Salah satu diantaranya adalah mendorong berbagai macam bentuk dokumen untuk berubah menjadi dokumen digital. Hal ini terlihat dari sample data yang diambil oleh *publisher* SpringerLink pada tahun 2010, yang menunjukkan peningkatan jumlah koleksi dokumen digital dari tahun 2003 hingga pertengahan tahun 2010. SpringerLink merupakan penerbit jurnal internasional dan *e-book*.

Ada sekitar 25.400 jurnal yang di-*review* pada awal tahun 2009, yang secara kolektif diterbitkan sekitar 1,5 juta artikel per tahunnya. Jumlah artikel yang diterbitkan dalam bentuk digital terus meningkat sebesar 3% per tahunnya, di samping peningkatan jumlah jurnal yang linear juga sebesar 3.5% per tahunnya [6].

Content growth on SpringerLink



Gambar 1. Data Peningkatan Jumlah Dokumen Digital [6]

Hal yang sama terjadi di perpustakaan, khususnya di *Library and Knowledge Center* BINUS University. Dari data yang diambil pada tahun 2008 hingga Juli 2011, terlihat peningkatan jumlah dokumen digital yang disimpan ke dalam *database*. Sebagian dari dokumen digital tersebut adalah *e-tesis*, *e-book*, *e-article*, *e-research*, dsb.

TABEL 1. Data Peningkatan Jumlah Dokumen Digital pada Library and Knowledge Center (LKC) BINUS University

Tahun	Jumlah Skripsi/Thesis ( <i>e-tesis</i> )	Jumlah Total Dokumen Digital (termasuk <i>e-tesis</i> )
2008	182	4.218
2009	2.071	7.990
2010	5.032	19.256
Juli 2011	5.770	26.218

Perkembangan jumlah dokumen digital yang terus meningkat dari waktu ke waktu, mengakibatkan munculnya kebutuhan untuk sebuah sistem dengan penerapan teknologi yang dapat mencari dokumen secara lebih menyeluruh berdasarkan dari konten yang terkandung di dalam dokumen.

Yang ingin dicapai adalah menghasilkan sebuah fasilitas pencarian dokumen teks yang mampu mengindeks dokumen secara otomatis dan melakukan pencarian berdasarkan pada ekstraksi dari isi dokumen. Hal ini dapat membantu administrator saat menyimpan dokumen serta meminimalisir

kesalahan dalam penentuan *keyword* dari dokumen dan juga saat melakukan pencarian tidak terbatas pada beberapa variabel tertentu saja, karena mampu mencari berdasarkan pada seluruh kata yang terkandung di dalam isi dokumen.

Manfaat yang diperoleh adalah menambahkan kemampuan pencarian dokumen. Maksudnya adalah untuk memberikan hasil pencarian dokumen yang lebih menyeluruh beserta dengan urutan *ranking* yang terdapat dalam masing-masing dokumen. Kemudian, juga memberikan kemudahan bagi administrator sistem dalam penyimpanan dokumen. Administrator tidak perlu menentukan atribut-atribut dari dokumen saat menyimpan dokumen baru.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Indexing

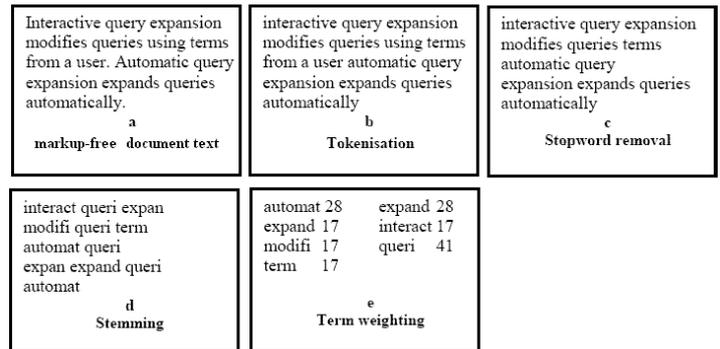
Pengindeksan dokumen adalah langkah yang penting dalam sebuah *retrieval* dari informasi teks [3]. Melalui proses pengindeksan, informasi yang relevan tentang sebuah kumpulan dari dokumen diproses dan disimpan pada sebuah format yang memungkinkan terjadinya akses yang mudah dan cepat pada saat *retrieval*. Pengindeksan mempercepat proses *retrieval* karena akan lebih cepat untuk mencari sebuah *match* di dalam indeks daripada mencarinya dalam sebuah dokumen utuh.

*Indexing* adalah transformasi dari sebuah dokumen menjadi sebuah representasi teks [2]. Untuk mentransformasikan sebuah dokumen ke dalam sebuah bentuk terindeks melibatkan fungsi dari

- Sebuah *library* atau sekumpulan *regular expression*
- *Parser*
- Sebuah *library* dari *stop word* (sebuah *stop list*)
- Macam-macam *filter* lainnya

Pengindeksan pada umumnya selesai hanya dalam 5 langkah utama, yaitu:

1. *Markup & format removal*  
 Penghapusan format khusus dan semua *tag markup* dari dalam dokumen
2. *Tokenization*  
 Pemisahan deretan kata di dalam kalimat, paragraf atau halaman menjadi token atau potongan kata tunggal.
3. *Filtration*  
 Penentuan *term* mana yang akan digunakan untuk merepresentasikan dokumen sehingga dapat mendeskripsikan isi dari dokumen, dan membedakan dari dokumen lain dalam koleksi yang ada
4. *Stemming*  
 Pengembalian setiap *term* ke dalam bentuk akar/dasar dari sebuah kata
5. *Weighting*  
 Pemberian bobot terhadap *term*



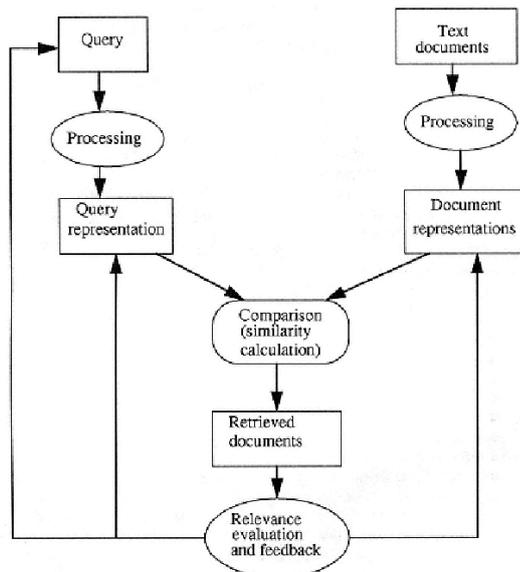
Gambar 2. Contoh dari 5 Tahap Indexing

### 2.2 Retrieval

*Document Retrieval* yang umumnya me-*refer* pada *Information Retrieval* pada *field* penelitian, adalah sebuah proses yang terkomputerisasi dalam menghasilkan daftar dokumen yang relevan dengan *request* dari *inquirer* melalui perbandingan antara *request* dari *user* dengan indeks yang dihasilkan secara otomatis dari konten tekstual pada dokumen-dokumen yang ada pada sistem [4].

Setiap dokumen dijelaskan oleh sekumpulan *keyword* yang merepresentasikan dokumen tersebut, yang sering disebut dengan *index term*. *Index term* adalah sebuah kata (dokumen) yang secara semantik menolong dalam mengingatkan pada tema utama dari dokumen [1]. Biasanya *index term* yang digunakan adalah kata benda, karena secara semantik lebih mudah diidentifikasi. Namun dalam sebuah dokumen utuh, tidak semua *term* yang ada mendeskripsikan isi dari dokumen. Banyak *term* yang tidak relevan dengan isi inti dari dokumen, sehingga hanya *term* yang relevan saja yang nantinya akan digunakan dalam proses *retrieval*.

Apabila sebuah kata muncul pada setiap dokumen dari ratusan ribu dokumen yang ada, bisa diartikan bahwa kata tersebut tidak bisa digunakan sebagai representasi dari isi dokumen. Sebaliknya, apabila satu kata hanya muncul dalam beberapa dokumen dari ratusan ribu dokumen berarti kata tersebut cukup merepresentasikan isi dari dokumen. Oleh karenanya, harus ada kejelasan dalam menentukan *index term*, yaitu hanya yang relevan serta merepresentasikan dokumen saja yang digunakan dalam proses *retrieval* dokumen.



Gambar 3. Information Retrieval Process [5]

### 2.3 Porter Stemming Algorithm

Algoritma Stemming Porter (atau 'Porter stemmer') adalah proses untuk menghilangkan morfologi dan infleksional ending yang paling biasa terjadi pada kata-kata dalam bahasa Inggris [7]. Kegunaan utamanya adalah sebagai bagian dari proses normalisasi term yang biasanya dilakukan ketika mengatur sistem *Information Retrieval*.

Kata-kata yang biasa digunakan dalam teks, atau dokumen memiliki berbagai macam variasi bentuk. Ada kata yang menggunakan bentuk dasar langsung, dan ada juga menggunakan imbuhan baik di bagian depan atau belakangnya. Penggunaan kata dengan menggunakan imbuhan lebih sering kita temui, biasanya kaitannya dengan kata kerja atau predikat apabila dilihat dalam fungsinya dalam sebuah kalimat.

Dari penjelasan mengenai kata di atas, dalam proses pencarian dokumen akan menjadi permasalahan tersendiri. Apabila kata yang kita masukkan ke dalam *keyword* untuk proses pencarian merupakan kata yang sudah berimbuhan, hasil yang dikeluarkan akan mengabaikan dokumen yang memuat bentuk dasar dari *keyword* yang kita masukkan. Hal ini kurang tepat apabila digunakan untuk proses pencarian dokumen. Akan terjadi banyak dokumen yang seharusnya relevan dengan pencarian, namun tidak diberikan pada *feedback* dari pencarian itu.

Solusi yang diberikan adalah pemotongan dari bentuk kata yang akan dijadikan *keyword* dalam pencarian menjadi bentuk dasar dari kata tersebut. Hal ini sudah dikerjakan oleh Martin Porter yang dituangkan dalam sebuah algoritma yaitu *Porter Stemming Algorithm*. Algoritma ini mengubah semua kata dengan akar kata yang sama menjadi bentuk tunggal (*the stem*), dengan memotong akar dari derivasi dan afiks inflektif, dalam banyak kasus, hanya akhiran (suffixes) yang telah ditambahkan ke bagian belakang dari kata dasar dihilangkan

dan hal ini mendekati ke bentuk *conflation* dasar dari tulisan [8].

Penjelasan secara singkat langkah-langkah algoritma Porter adalah sebagai berikut:

- V = vokal
- C = konsonan
- M = measure (vc)
- \*s = diakhiri dengan S
- \*v\* = mengandung vokal
- \*d = diakhiri dengan double konsonan
- \*o = diakhiri dengan cvc dimana c kedua bukan W, X, atau Y

#### Langkah 1

- a. Jika sebuah kata diakhiri SSES maka diganti menjadi SS (*caresses* → *caress*), jika sebuah kata diakhiri dengan IES maka diganti menjadi I (*ties* → *ti*), jika sebuah kata diakhiri dengan SS maka tetap menjadi SS (*caress* → *caress*), jika sebuah kata diakhiri dengan S maka S dihilangkan (*cats* → *cats*).
- b. Jika  $m > 0$  dan kata diakhiri dengan EED maka diganti menjadi EE (*feed* → *feed*), jika kata mengandung vokal (\*v\*) dan diakhiri dengan ED maka ED dihilangkan (*plastered* → *plaster*), Jika kata mengandung vokal (\*v\*) dan diakhiri dengan ING maka ING dihilangkan (*motoring* → *motor*).  
 Kondisi khusus untuk kata yang diakhiri dengan ED dan ING:  
 Jika kata diakhiri dengan AT maka diganti menjadi ATE (*conflat(ed)* → *conflate*), jika kata diakhiri dengan BL maka diganti menjadi BLE (*troubl(ed)* → *trouble*), jika kata diakhiri dengan IZ maka diganti menjadi IZE (*siz(ed)* → *size*). Jika  $m = 1$  dan \*o maka diganti menjadi E (*fail(ing)* → *fail*, *fizz(ed)* → *fizz*, *fil(ing)* → *file*).
- c. Jika \*v\* dan kata diakhiri dengan Y maka diganti dengan I (*happy* → *happi*, *sky* → *sky*)

#### Langkah 2

- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| ( $m > 0$ ) ATIONAL → ATE | relational → relate         |
| ( $m > 0$ ) TIONAL → TION | conditional → condition     |
|                           | rational → rational         |
| ( $m > 0$ ) ENCI → ENCE   | valenci → valence           |
| ( $m > 0$ ) ANCI → ANCE   | hesitanci → hesitance       |
| ( $m > 0$ ) IZER → IZE    | digitizer → digitize        |
| ( $m > 0$ ) ABLI → ABLE   | conformabli → conformable   |
| ( $m > 0$ ) ALLI → AL     | radicalli → radical         |
| ( $m > 0$ ) ENTLI → ENT   | differentli → different     |
| ( $m > 0$ ) ELI → E       | vileli → vile               |
| ( $m > 0$ ) OUSLI → OUS   | analogousli → analogous     |
| ( $m > 0$ ) IZATION → IZE | vietnamization → vietnamize |
| ( $m > 0$ ) ATION → ATE   | predication → predicate     |
| ( $m > 0$ ) ATOR → ATE    | operator → operate          |
| ( $m > 0$ ) ALISM → AL    | feudalism → feudal          |
| ( $m > 0$ ) IVENESS → IVE | decisiveness → decisive     |
| ( $m > 0$ ) FULNESS → FUL | hopefulness → hopeful       |
| ( $m > 0$ ) OUSNESS → OUS | callousness → callous       |
| ( $m > 0$ ) ALITI → AL    | formaliti → formal          |
| ( $m > 0$ ) IVITI → IVE   | sensitiviti → sensitive     |

(m>0) BILITI → BLE                      sensibiliti → sensible

**Langkah 3**

(m>0) ICATE → IC                      triplicate → triplic  
 (m>0) ATIVE → (blank)              formative → form  
 (m>0) ALIZE → AL                      formalize → formal  
 (m>0) ICITI → IC                      electriciti → electric  
 (m>0) ICAL → IC                      electrical → electric  
 (m>0) FUL → (blank)                  hopeful → hope  
 (m>0) NESS → (blank)                  goodness → good

**Langkah 4**

(m>1) AL → (blank)                      revival → reviv  
 (m>1) ANCE → (blank)                  allowance → allow  
 (m>1) ENCE → (blank)                  inference → infer  
 (m>1) ER → (blank)                      airliner → airlin  
 (m>1) IC → (blank)                      gyroscopic → gyroscop  
 (m>1) ABLE → (blank)                  adjustable → adjust  
 (m>1) IBLE → (blank)                  defensible → defens  
 (m>1) ANT → (blank)                    irritant → irrit  
 (m>1) EMENT → (blank)                replacement → replac  
 (m>1) MENT → (blank)                  adjustment → adjust  
 (m>1) ENT → (blank)                    dependent → depend  
 (m>1 and (\*S or \*T)) ION → (blank)    adoption → adopt  
 (m>1) OU → (blank)                      homologou → homolog  
 (m>1) ISM → (blank)                      communism → commun  
 (m>1) ATE → (blank)                    activate → activ  
 (m>1) ITI → (blank)                      angulariti → angular  
 (m>1) OUS → (blank)                    homologous → homolog  
 (m>1) IVE → (blank)                    effective → effect  
 (m>1) IZE → (blank)                    bowdlerize → bowdler

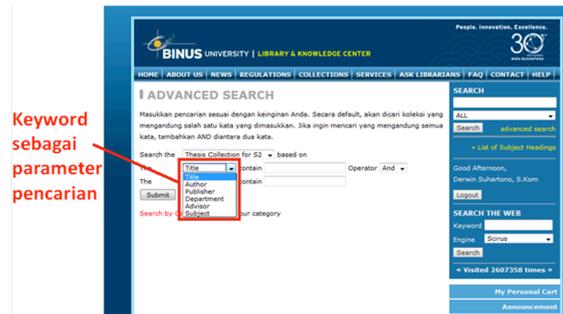
**Langkah 5**

a. (m>1) E → (blank)                    \  
     probate → probat  
     rate → rate  
 (m=1 and not \*o) E → (blank)  
     cease → ceas  
 b. (m > 1 and \*d and \*L) → single letter  
     controll → control  
     roll → roll

**III. METODOLOGI**

Metodologi yang digunakan adalah *Boolean Retrieval Method (retrieval)*, dan *Inverted Files System (indexing)*.

Sebenarnya, untuk studi kasus di perpustakaan BINUS University, penerapan *Boolean Retrieval Method* ini sudah diterapkan. Namun, terdapat keterbatasan dikarenakan sistem pencarian yang masih terbatas pada variabel yang tercantum sebagai parameter pencarian.



Gambar 4. Tampilan Saat Melakukan Pencarian di LKC BINUS University

Dari gambar dijelaskan bahwa variabel yang bisa digunakan sebagai *keyword* pencarian adalah *Title, Author, Publisher, Department, Advisor*, dan *Subject*. Yang user lakukan adalah meng-*input*-kan *keyword* tertentu setelah memilih variabel yang hendak dibandingkan.

**2.1 Boolean Retrieval Method**

*Boolean retrieval* adalah sebuah model *retrieval* yang didasarkan pada kumpulan teori dan aljabar Boolean [1]. *Query* pada Boolean dispesifikasikan sebagai ekspresi Boolean yang memiliki *semantic* yang tepat AND, OR atau NOT. Dengan *query* menggunakan Boolean, sistem me-*retrieve document* yang sesuai dengan query, yang dinamakan *Exact Match*. Proses *retrieval* ini akan me-refer kepada hasil indexing yang disimpan ke dalam *inverted index*.

Banyak perpustakaan menyediakan layanan internet untuk pencarian katalognya dengan menggunakan *Boolean Retrieval*, yang mendeskripsikan kunci yang relevan dengan kombinasi operator Boolean dan kata kunci [9]. Secara umum, hal ini diterima sebagai kemiripan hasil pencarian. Referensi [5] menyebutkan bahwa menggunakan *query* Boolean dan pemberian bobot dokumen akan menghasilkan performa pencarian yang lebih baik, dan sudah di diskusikan oleh beberapa peneliti.

**2.2 Inverted Files System**

*Inverted File (Inverted Index)* adalah sebuah mekanisme *word-oriented* untuk melakukan *indexing* pada sebuah *text collection* untuk mempercepat pekerjaan pencarian dokumen [1].

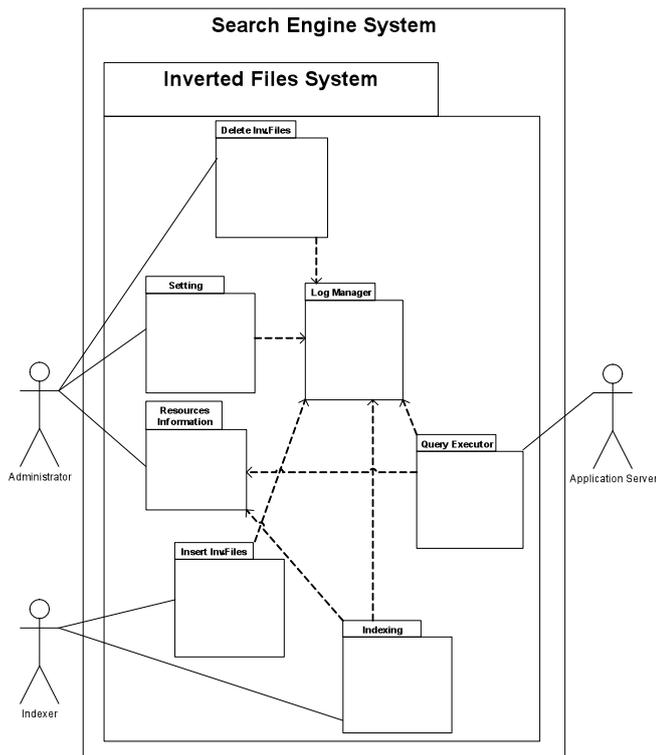
Yang dikerjakan disini adalah tidak hanya kami membuat *inverted file* sebagai tempat untuk *indexing* dari dokumen, namun juga dibuat semacam pengolahan/manajemen dari proses-proses yang terjadi terkait dengan database yang adalah *inverted file* tadi yang disebut sebagai *inverted files system*.

Hal yang dikerjakan di dalamnya diantaranya:

1. Delete inverted file
2. Setting
3. Resources Information
4. Insert inverted files
5. Indexing
6. Query Executor
7. Log Manager

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

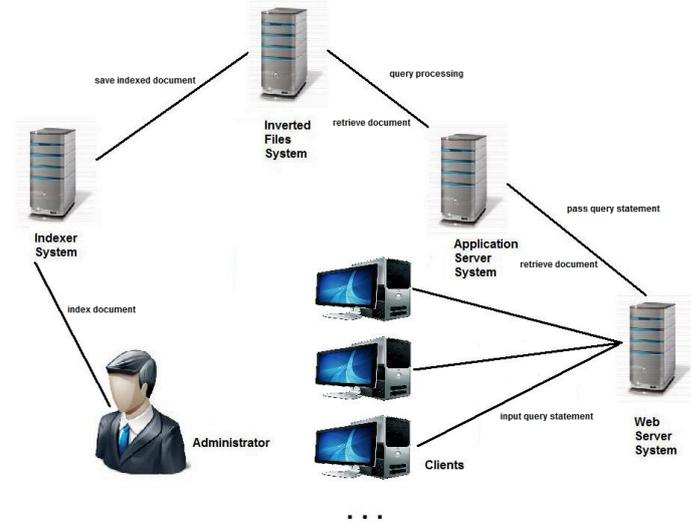
Yang dihasilkan setelah melalui proses analisis, desain, implementasi, testing serta evaluasi dari sistem yang dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Use Case Pada Inverted Files System

Pada proses indexing, digunakan satu algoritma untuk mengambil akar kata dari token demi token, yaitu algoritma Porter.

Sistem yang dibangun merupakan sebuah sistem yang terintegrasi menjadi satu, menjadi sebuah *Document Search Engine System*.



Gambar 7. Arsitektur Sistem Document Search Engine

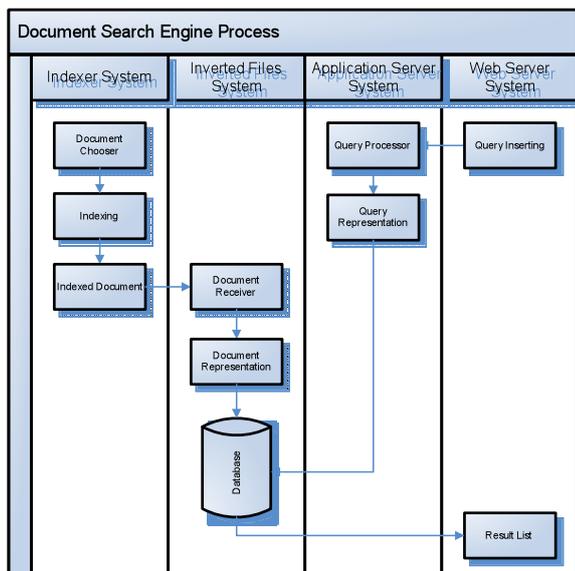
Arsitektur sistem yang dibentuk adalah memiliki 4 sistem masing-masing sesuai fungsinya, di mana *indexer system* terhubung dengan *inverted files system*, kemudian *inverted files system* terhubung dengan *application server system*, dan *application server system* terhubung dengan *web server system*.

- Untuk *indexer system* akan menggunakan *administrator* dan operator sebagai pengakses dari proses yang terkait dengan pengindeksan dokumen.
- Untuk *inverted files system* akan mengizinkan *administrator* untuk melakukan setting pada sistem sehubungan dengan fungsinya sebagai *server*, dimana tempat penyimpanan dipusatkan di sistem ini.
- Untuk *application server system* berfungsi sebagai *parser* dari query yang diteruskan dari *web server system*. Hal ini juga supaya proses yang dikerjakan di *web server system* tidak terlalu berat.
- Untuk *web server system* berhubungan secara langsung dengan *users*, yaitu untuk keperluan *users* dalam melakukan *query* atau *retrieval* dokumen.

Dalam implementasinya, kami menggunakan 4 PC yang masing-masing mewakili satu sistem.

Sistem yang dibangun menggunakan beberapa teknologi, terutama yang berkaitan dengan *Java Platform*. Teknologi yang digunakan diantaranya:

1. **RMI (Remote Method Invocation)**  
 Merupakan fitur pada *Java Platform* yang memungkinkan sebuah aplikasi Java dapat berkomunikasi dengan aplikasi Java yang lain baik itu dalam satu JVM (*Java Virtual Machine*) maupun JVM pada *host* lain.



Gambar 6. Diagram Proses dari Document Search Engine

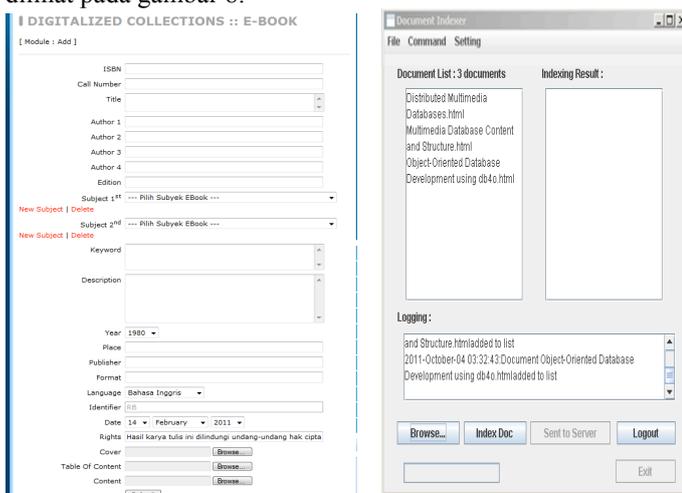
- JAXB (Java Achitecture for XML Binding)**  
Merupakan teknologi yang digunakan untuk mengkonversikan *content objects* ke dalam bentuk XML (*marshal*), begitu juga sebaliknya dari XML ke dalam bentuk *content objects* (*unmarshal*).
- Spring Framework 2.5.6**  
Merupakan aplikasi *framework open source* untuk Java. Spring mengijinkan sebuah aplikasi Java memiliki konfigurasi transaksi pada sistem. Selain itu Spring memiliki beberapa fitur yang mendukung untuk mempermudah penggunaan RMI dan penggunaan pendekatan *Model View Controller* (MVC) pada aplikasi Java berbasis Web.
- Web MVC (Model View Controller)**  
Merupakan pendekatan aplikasi web yang memisahkan antara *Model* (segala sesuatu yang berhubungan dengan *database*), *View* (untuk tampilan *front end* dari sebuah *website*), dan *Controller* (sebuah logika aplikasi yang berhubungan dengan *Model* dan *View*).
- Object Oriented Database DB4O**  
Merupakan *object oriented database* yang mendukung bahasa pemrograman Java dan .Net. Dengan DB4O sebuah *object* dapat disimpan ke dalam *database*, sehingga sangat sesuai digunakan untuk menangani data dalam.

### Perbandingan Sistem yang Lama dan Sistem Baru

Setelah sistem yang baru selesai dibuat, dilakukan perbandingan antara sistem yang lama dan yang baru. Perbandingan sistem yang lama dan yang baru ditinjau dari beberapa aspek diantaranya cara menambahkan dokumen ke dalam sistem, cara memasukkan kata kunci, dan hasil pencarian.

#### 1. Menambahkan Dokumen ke Sistem

Menambahkan dokumen pada sistem lama berbeda dengan menambahkan dokumen pada sistem yang baru. Perbedaan dapat dilihat dari *form* penyimpanan dokumen yang dapat dilihat pada gambar 8.

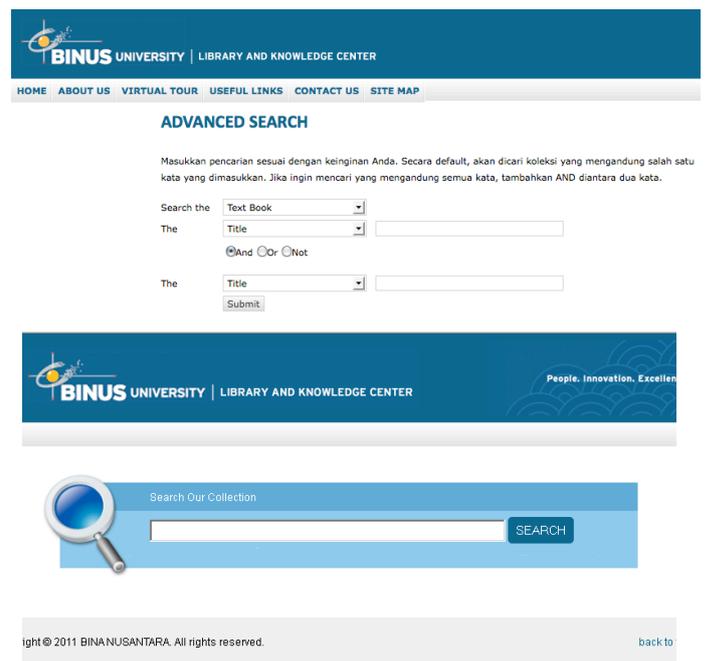


Gambar 8. Perbandingan Menambahkan Dokumen ke Dalam Sistem Lama (kiri) dan Sistem Baru (kanan)

Pada sistem yang lama, untuk menambahkan dokumen ke dalam sistem pencarian, *user* diharuskan memasukkan atribut-atribut dokumen seperti judul, *keyword* dan meng-*upload* file dokumen bersamaan dengan atribut-atribut tersebut. Sedangkan pada sistem yang baru, *user* dapat memasukkan dokumen tanpa menentukan isi dari atribut-atribut yang dimiliki dokumen. *User* hanya perlu untuk meng-*upload* file dokumen dalam format HTML saja.

#### 2. Memasukkan Kata Kunci Pencarian

Memasukkan kata kunci pencarian pada sistem yang lama sangat berbeda dibandingkan dengan sistem yang baru. Perbedaan dapat dilihat dari *form* pencarian yang dapat dilihat pada gambar 7.

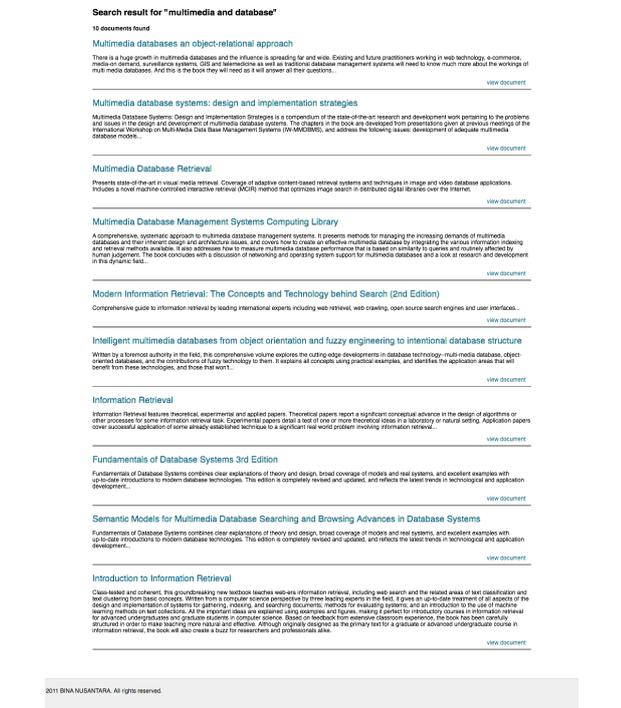


Gambar 9. Perbandingan Cara Memasukkan Kata Kunci Pencarian Pada Sistem Lama (atas) dan Pada Sistem Baru (bawah)

Pada sistem yang lama pencarian terbatas pada beberapa pilihan atribut tertentu dan terbatas pada 2 kata kunci saja. Sedangkan pada sistem yang baru pencarian tidak terbatas pada atribut-atribut dan mencari menggunakan lebih dari 2 kata kunci dan disertai dengan boolean operator “*and*”, “*or*”, dan “*not*”.

#### 3. Perbandingan Hasil Pencarian

Setelah dilakukan pengujian terhadap sistem yang baru dengan melakukan pencarian dokumen digital berupa “*multimedia*” dan “*database*”, hasil pencarian pada sistem yang baru terlihat sangat berbeda jika dibandingkan dengan sistem yang lama.

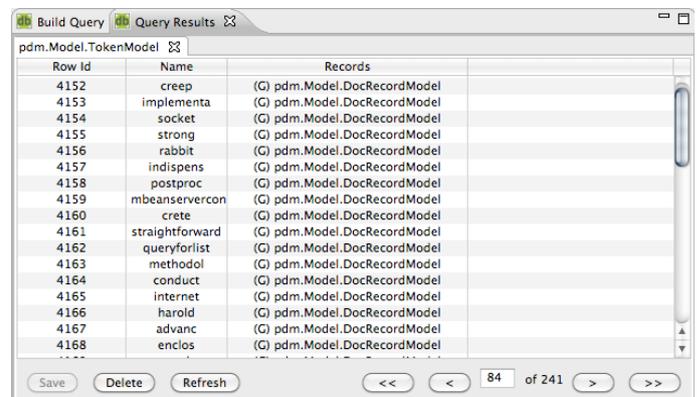


Gambar 10. Perbandingan Hasil Pencarian Sistem Lama (kiri) dan Hasil Pencarian Sistem Baru (Kanan)

Pada sistem yang lama ketika dilakukan pencarian dokumen “*multimedia*” dan “*database*” yang muncul hanya 4 dokumen dan dokumen yang muncul adalah semua dokumen yang di dalam judul dokumen tersebut mengandung kata “*multimedia*” dan “*database*” saja. Sedangkan pada sistem yang baru, ketika dilakukan hal yang sama, dokumen yang muncul ada 10 dan jika di perhatikan, tidak semua judul pada dokumen-dokumen tersebut mengandung kata “*multimedia*” dan “*database*”, hal ini terjadi karena pencarian dilakukan berdasarkan keseluruhan isi dokumen dan tidak terbatas pada atribut tertentu saja.

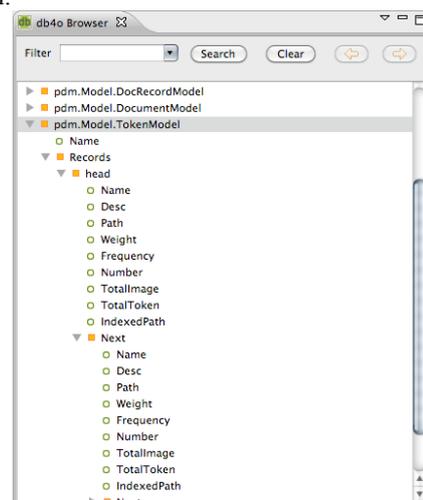
4. Struktur Penyimpanan Object ke Dalam Database

Di dalam sistem pencarian dokumen yang dibuat, data disimpan ke database dalam bentuk *object*. Penyimpanan data dilakukan berdasarkan *token* yang ada di dalam dokumen tersebut.



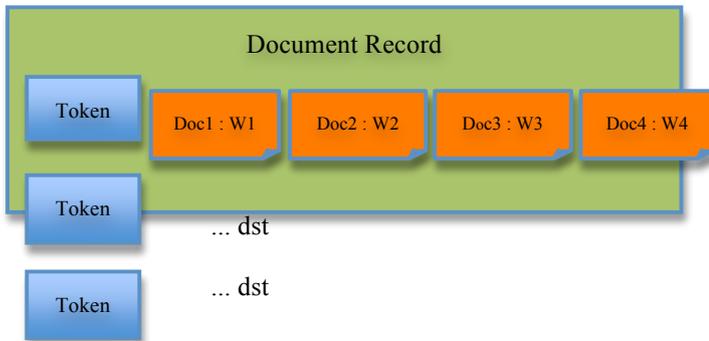
Gambar 11. Token - Token Hasil Indexing

Setiap token memiliki *list* dokumen yang mengandung token tersebut. *List* dokumen disimpan di dalam penampung dokumen yang berbentuk *double linked list*. Setiap dokumen memiliki *atribut* yang diekstrak secara otomatis oleh sistem.



Gambar 12. Struktur Penyimpanan Object Pada Database

Ada 3 model utama yang digunakan untuk menyimpan object dokumen ke dalam database yaitu *TokenModel*, *DocRecordModel*, dan *DocumentModel*. *TokenModel* memodelkan token yang terkandung di dalam dokumen. *DocRecordModel* memodelkan penampungan dokumen dalam bentuk *double linked list*. *DocumentModel* memodelkan dokumen itu sendiri.



Gambar 13. Inverted Files Pada Document Search Engine

Pencarian dokumen dilakukan dengan mencocokkan akar kata token yang disimpan ke dalam *object oriented database*. Ketika *object* akar kata token ditemukan sama dengan akar kata dari kata kunci yang dicari, maka seluruh *object* dokumen yang berada di dalam *object records* dokumen pada token tersebut diambil untuk diolah dan ditampilkan.

## V. SIMPULAN

Dari seluruh proses yang dikerjakan dan hasil implementasi sistem pencarian dokumen pada penelitian ini, dapat diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut

1. *Object oriented database* efektif digunakan untuk menangani data berupa dokumen digital dalam format HTML, terutama dalam hal *query* pencarian data.
2. Hasil *retrieval* pada pencarian dokumen menjadi lebih menyeluruh, karena dokumen dicari berdasarkan kata-kata yang terkandung di dalam keseluruhan isi dari dokumen yang di indeks secara otomatis oleh sistem.
3. Membantu *administrator* perpustakaan dalam memasukkan dokumen digital ke database. Terutama di dalam melakukan penyimpanan koleksi dokumen dan menentukan kata kunci dalam pencarian.
4. *User* tidak perlu untuk melakukan pemilihan kategori dan atribut pencarian seperti yang harus dilakukan pada sistem sebelumnya, dan *user* dapat menginputkan lebih dari 2 kata kunci (*keyword*).

Untuk pengembangan berikutnya, penulis memberi saran untuk:

1. Penambahan fitur pencarian gambar pada sistem.
2. Penambahan fasilitas multi bahasa pada pencarian dokumen.
3. Penambahan *artificial intelligence* pada *search engine* guna mempertinggi keakuratan data

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baeza-Yates, R. dan Ribeiro-Neto, B. 1999. *Modern Information Retrieval*, Addison Wesley, USA.
- [2] E. Garcia, 2005. *Document Indexing Tutorial*. <http://www.miiisita.com/information-retrieval-tutorial/indexing.html>, accessed on June 2011.
- [3] G. Neve, N. Orio, *Indexing and Retrieval of Music Documents Through Pattern Analysis and Data Fusion Techniques*, Universitas Pompeu Fabra (2004).
- [4] Liddy, E., *Document Retrieval, Automatic*, Encyclopedia of Language & Linguistics (2005)
- [5] Lu, G. 1999. *Multimedia Management Database Systems*. Artech House Inc., Boston, London
- [6] Moore, W., MacCreery, N., dan Marlow, M. 2010, *Usage Measurements for Digital Content*, SpringerLink.
- [7] N.N. 2006. The Porter Stemming Algorithm. <http://tartarus.org/~martin/PorterStemmer/index.html>, accessed on July 2011.
- [8] P. Willet, The Porter Stemming Algorithm: Then And Now, *Electronic Library* Anda Information Systems, Vol 40 No. 3 (2006), 219-223
- [9] Wolff, J.E, dan Kalinski, J., 1998. *Mining Library Catalogues: Best-Match Retrieval Based On Exact Match*, Institute of Computer Science III, University of Bonn, Germany.

# Sistem Pencarian Lokasi Rumah Sakit di Indonesia Berbasis Sistem Informasi Geografis

Alvina Aulia  
School of Computer Science  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia  
aaulia@binus.edu

Muhsin Shodiq  
School of Computer Science  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia  
muhsin@binus.edu

**Abstract** —Di era globalisasi sekarang ini, sistem informasi berkembang dengan sangat pesat karena kemajuan teknologi dan komunikasi yang semakin canggih, khususnya teknologi *mobile*. Hal tersebut memungkinkan tersedianya berbagai layanan baru bagi pengguna perangkat *mobile* yang dapat memudahkan penggunaannya dalam pengolahan data dan informasi secara efektif dan efisien. Pada paper ini, area yang akan dibahas adalah mengenai komunikasi sesuai dengan PMBOK (*The Project Management Body of Knowledge*) dalam bentuk suatu aplikasi berbasis sistem informasi geografi yang bisa memberikan informasi mengenai letak rumah sakit di wilayah Indonesia. Informasi yang disediakan disesuaikan dengan lokasi dimana pengguna sistem itu berada. Lokasi pengguna dideteksi secara otomatis dengan menggunakan sistem GPS; untuk perangkat *mobile* yang dilengkapi dengan sensor GPS; atau pengguna sistem menyampaikan posisinya secara eksplisit kepada sistem.

**keywords** - komunikasi; sistem informasi geografis; rumah sakit; *mobile*; lokasi;

## I. PENDAHULUAN

Di era globalisasi sekarang ini, sistem informasi berkembang dengan sangat pesat karena kemajuan teknologi dan komunikasi yang semakin canggih, khususnya teknologi *mobile*. Hal tersebut memungkinkan tersedianya berbagai layanan baru bagi pengguna perangkat *mobile* yang dapat memudahkan penggunaannya dalam pengolahan data dan informasi secara efektif dan efisien. Pada saat ini banyak sekali dilakukan penelitian yang berkaitan dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dalam mencari suatu lokasi. Sebelumnya, masyarakat mencari lokasi dengan menggunakan *yellow pages* atau peta konvensional. Teknologi informasi dan komunikasi yang ada saat ini telah memungkinkan bagi masyarakat untuk mengakses informasi mengenai lokasi secara cepat, mudah, dan dengan cara yang fleksibel tanpa ada batasan waktu dengan menggunakan *internet*.

Pada paper ini akan mengkaji teknologi-teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung proses komunikasi dalam pencarian lokasi, lebih tepatnya yaitu lokasi rumah sakit di seluruh wilayah Indonesia. Dengan menggunakan perangkat komunikasi *mobile*, pengguna dapat meminta informasi lokasi rumah sakit terdekat berdasarkan lokasi dimana pengguna tersebut berada saat itu. Sistem ini dapat mendeteksi lokasi

pengguna secara otomatis, menggunakan sensor GPS, atau meminta pengguna untuk menyebutkan lokasinya.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem untuk melakukan pencarian lokasi berbasis sistem informasi geografi. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah pengguna dapat mengakses informasi berupa lokasi rumah sakit secara cepat, mudah, fleksibel tanpa ada batasan waktu dan dapat menemukan lokasi rumah sakit terdekat dari posisi pengguna tersebut dan sekaligus meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam mencari lokasi rumah sakit.

## II. PEMBAHASAN

### A. Teknologi Informasi dan Komunikasi

Teknologi informasi dan komunikasi merupakan payung besar terminologi yang mencakup seluruh peralatan teknis untuk memproses dan menyampaikan informasi. Teknologi informasi dan komunikasi mencakup dua aspek yaitu teknologi informasi dan teknologi komunikasi. Teknologi informasi adalah teknologi yang digunakan untuk menyimpan, mengambil, memproses dan memanipulasi informasi untuk menghasilkan informasi yang berkualitas tinggi, yang dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Sedangkan teknologi komunikasi adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan penggunaan alat bantu untuk memproses dan mentransfer data dari perangkat satu ke perangkat lainnya. Oleh karena itu, teknologi informasi dan teknologi komunikasi adalah dua buah konsep yang tidak terpisahkan. Gabungan teknologi informasi dan teknologi komunikasi, mencakup perangkat yang digunakan (radio, televisi, telepon selular, computer, jaringan, sistem satelit) dan aplikasi atau layanan yang berkaitan (*messaging system, video conferencing, distance learning, e-commerce*) Teknologi informasi dan komunikasi yang banyak digunakan saat ini adalah *internet*, jaringan *wireless*, radio digital, kamera digital, GPS, SMS dan MMS, VoIP, SIG, dan sebagainya.

### B. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis atau *Geographic Information System (GIS)* merupakan suatu sistem informasi yang berbasis komputer, dirancang untuk bekerja dengan menggunakan data yang memiliki informasi spasial (berefereksi keruangan). Sistem ini meng-*capture*, mengecek, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa, dan menampilkan data yang

secara spasial mereferensikan kepada kondisi bumi. Teknologi SIG mengintegrasikan operasi-operasi umum database, seperti *query* dan analisa statistik, dengan kemampuan visualisasi dan analisa yang unik yang dimiliki oleh pemetaan. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dengan sistem informasi lainnya yang membuatnya menjadi berguna berbagai kalangan untuk menjelaskan kejadian, merencanakan strategi, dan memprediksi apa yang terjadi. Sistem ini pertama kali diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1972 dengan nama *Data Banks for Development*.

SIG terdiri atas beberapa subsistem yaitu: data *input*, data *output*, data manajemen, data manipulasi dan analisis [2].

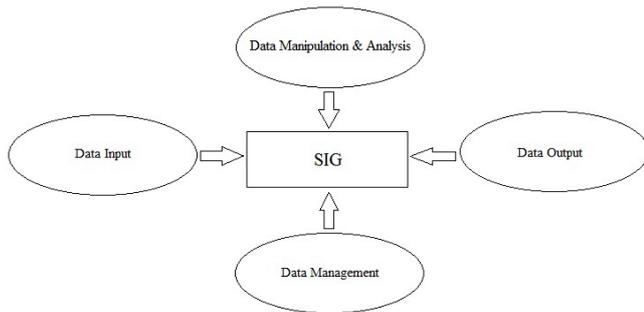


Figure 1. Subsistem – subsistem SIG

Perkembangan teknologi perangkat komunikasi *mobile* turut mendukung penggunaan SIG dalam menentukan lokasi rumah sakit. Perangkat *mobile* yang dilengkapi dengan sensor GPS, dapat digunakan untuk menentukan posisi perangkat *mobile* atau penggunaannya. Dengan perangkat *mobile* yang dilengkapi sensor GPS, SIG dapat digunakan pada lingkungan *mobile* dimana SIG menggabungkan teknologi GPS, perangkat komunikasi *mobile*, dan jaringan komunikasi *wireless*. Teknologi SIG dan GPS terus diperluas untuk aplikasi yang lebih difokuskan pada konsumen untuk menghasilkan aplikasi berbasis lokasi.

### C. GPS

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga-dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca, bagi banyak orang secara simultan. Saat ini GPS sudah banyak digunakan orang di seluruh dunia dalam berbagai bidang aplikasi yang menuntut informasi tentang posisi, kecepatan, percepatan ataupun waktu yang teliti. GPS dapat memberikan informasi posisi dengan ketelitian bervariasi dari beberapa millimeter (orde nol) sampai dengan puluhan meter.

Secara umum ada tiga segmen dalam sistem GPS yaitu segmen sistem kontrol, segmen satelit, dan segmen pengguna. Satelit GPS dapat dianalogikan sebagai stasiun radio angkasa, yang diperlengkapi dengan antena-antena untuk mengirim dan menerima sinyal –sinyal gelombang. Sinyal-sinyal ini selanjutnya diterima oleh *receiver* GPS di/dekat permukaan bumi, dan digunakan untuk menentukan informasi posisi, kecepatan, maupun waktu. Selain itu satelit GPS juga dilengkapi dengan peralatan untuk mengontrol *attitude* satelit.

Satelit-satelit GPS dapat dibagi atas beberapa generasi yaitu ; blok I, blok II, blok IIA, blok IIR dan blok IIF. Hingga april 1999 ada 8 satelit blok II, 18 satelit blok II A dan 1 satelit blok II R yang operasional,

Secara umum segmen sistem kontrol berfungsi mengontrol dan memantau operasional satelit dan memastikan bahwa satelit berfungsi sebagaimana mestinya. Segmen pengguna terdiri dari para pengguna satelit GPS di manapun berada. Dalam hal ini alat penerima sinyal GPS (*GPS receiver*) diperlukan untuk menerima dan memproses sinyal –sinyal dari satelit GPS untuk digunakan dalam penentuan posisi, kecepatan dan waktu. Komponen utama dari suatu *receiver* GPS secara umum adalah antena dengan *pre-amplifier*, bagian RF dengan pengidentifikasi sinyal dan pemroses sinyal, pemroses mikro untuk pengontrolan *receiver*, data sampling dan pemroses data (solusi navigasi), osilator presisi, catu daya, unit perintah dan tampilan, dan memori serta perekam data.

Prinsip penentuan posisi dengan GPS yaitu menggunakan metode reseksi jarak, dimana pengukuran jarak dilakukan secara simultan ke beberapa satelit yang telah diketahui koordinatnya. Pada pengukuran GPS, setiap epoknya memiliki empat parameter yang harus ditentukan : yaitu 3 parameter koordinat X,Y,Z atau L,B,h dan satu parameter kesalahan waktu akibat ketidak-sinkronan jam osilator di satelit dengan jam di *receiver* GPS. Oleh karena diperlukan minimal pengukuran jarak ke empat satelit.

### D. Teknologi Komunikasi Mobile Device

Pada saat ini teknologi untuk perangkat komunikasi *mobile* sudah berkembang sangat pesat, dengan adanya peningkatan pada kualitas perangkat keras dan penambahan fitur-fitur baru. Hingga saat ini teknologi selular yang sudah digunakan oleh masyarakat umum sudah mencapai generasi 4.

- Teknologi 1G; Teknologi Seluler Generasi Pertama. Ini adalah awal dimulainya industri telekomunikasi di dunia. Saat itu, ditandai oleh buruknya sambungan percakapan, kurangnya keamanan dan kapasitas yang rendah. Dari sini awal mula *handphone* berteknologi canggih bermunculan.
- Teknologi 2G; Teknologi Seluler Generasi Kedua. Teknologi penerus 1G ini masih digunakan di berbagai belahan dunia, hingga saat ini. Teknologi 2G menawarkan kualitas lebih baik dan tingkat keamanan yang lebih tinggi. Di era ini, dimulailah pengiriman pesan singkat (SMS), meski terbatas dalam hal komunikasi data.
- Teknologi 2.5G ; Teknologi ini merupakan transisi setelah teknologi 2G dan sebelum menginjak ke teknologi 3G. Teknologi ini menawarkan kapasitas transmisi data yang lebih besar. Di era ini pula, mulai dikenal layanan data berbasis GPRS (*General Packet Radio Service*). Di era ini, kecepatan akses data mencapai 56 kbps - 115 kbps.
- Teknologi 2.75G; Teknologi ini merupakan transisi setelah teknologi 2.5G dan sebelum menginjak ke teknologi 3G. Teknologi ini menawarkan kapasitas

transmisi data yang lebih besar. Di era ini pula, mulai dikenal layanan data berbasis EDGE (*Enhanced Data for Global Evolution*). Di era ini, kecepatan akses data mencapai 236.8 kbps.

- Teknologi 3G; Teknologi ini pertama kali diperkenalkan di Jepang tahun 2001. Teknologi ini menawarkan kapasitas transmisi data yang lebih, sehingga dapat digunakan pada *video conference*, akses *internet* berkecepatan tinggi, *download lagu/video*, hingga *streaming audio video*. Di era ini pula, kecepatan akses data mencapai 384 Kbps - 2 Mbps
- Teknologi 3.5G; Teknologi ini merupakan transisi menuju ke teknologi 3G. Di era ini, kecepatan akses data mencapai 14 Mbps (*download*) dan 5.8 Mbps (*upload*). Teknologi transfer data yang dipakai adalah HSPA+ (*High Speed Packet Access*).
- Teknologi 4G; Teknologi ini merupakan penerus teknologi 3G. Teknologi ini, menawarkan layanan lengkap dan aman berbasis IP (*Internet Protocol*) secara penuh seperti akses *internet* berkecepatan 100 Mbps, *IP telephony*, layanan *game online*, *multimedia streaming*, dll. Ada 2 jalur teknologi di era 4G, yang pertama merupakan kelanjutan 3G yaitu teknologi LTE (*Long Term Evolution*) dan yang kedua merupakan pengembangan WiFi, yaitu WiMax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*).

Teknologi komunikasi selular yang ada pada saat ini telah memungkinkan bagi pengguna *mobile phone* untuk mengetahui lokasi rumah sakit terdekat dari si pengguna *mobile phone* di seluruh wilayah Indonesia dengan menggunakan perangkat komunikasi *mobile*. Informasi dapat diberikan dapat berbentuk peta lokasi rumah sakit beserta informasi detailnya.

#### E. LBS

LBS (*Location-Based Service*) adalah layanan IP nirkabel yang menggunakan informasi geografis untuk memberikan layanan informasi lokasi kepada pengguna. Beberapa layanan aplikasi yang memberikan petunjuk posisi atau lokasi dimana pranti *mobile* tersebut berada.

Terdapat 5 komponen pendukung utama dalam teknologi Layanan Berbasis Lokasi, antara lain [8]:

- Piranti *Mobile*; Piranti *mobile* adalah salah satu komponen penting dalam LBS. Piranti ini berfungsi sebagai alat bantu (*tool*) bagi pengguna untuk meminta informasi. Hasil dari informasi yang diminta dapat berupa teks, suara, gambar dan lain sebagainya. Piranti *mobile* yang dapat digunakan bisa berupa PDA, *smartphone*, *laptop*. Selain itu, piranti *mobile* dapat juga berfungsi sebagai alat navigasi di kendaraan seperti halnya alat navigasi berbasis GPS.
- Jaringan Komunikasi; Komponen ini berfungsi sebagai jalur penghubung yang dapat mengirimkan data-data yang dikirim oleh pengguna dari piranti *mobile*-nya untuk kemudian dikirimkan ke penyedia layanan dan

kemudian hasil permintaan tersebut dikirimkan kembali oleh penyedia layanan kepada pengguna.

- Komponen *Positioning* (Penunjuk Posisi/Lokasi); Setiap layanan yang diberikan oleh penyedia layanan biasanya akan berdasarkan pada posisi pengguna yang meminta layanan tersebut. Oleh karena itu diperlukan komponen yang berfungsi sebagai pengolah/pemroses yang akan menentukan posisi pengguna layanan saat itu. Posisi pengguna tersebut bisa didapatkan melalui jaringan komunikasi *mobile* atau juga menggunakan GPS.
- Penyedia layanan dan aplikasi; Penyedia layanan merupakan komponen LBS yang memberikan berbagai macam layanan yang bisa digunakan oleh pengguna. Sebagai contoh ketika pengguna meminta layanan untuk bisa mengetahui posisi, maka aplikasi dan penyedia layanan langsung memproses permintaan tersebut, mulai dari menghitung dan menentukan posisi pengguna, menemukan rute jalan, mencari data di *Yellow Pages* sesuai dengan permintaan, dan masih banyak lagi yang lainnya.
- Penyedia data dan konten; Penyedia layanan tidak selalu menyimpan seluruh data dan informasi yang diolahnya. Karena bisa jadi berbagai macam data dan informasi yang diolah tersebut berasal dari pengembang/pihak ketiga yang memang memiliki otoritas untuk menyimpannya. Sebagai contoh basis data geografis dan lokasi bisa saja berasal dari badan-badan milik pemerintah atau juga data-data perusahaan/bisnis/industri bisa saja berasal dari *Yellow Pages*, maupun perusahaan penyedia data lainnya.

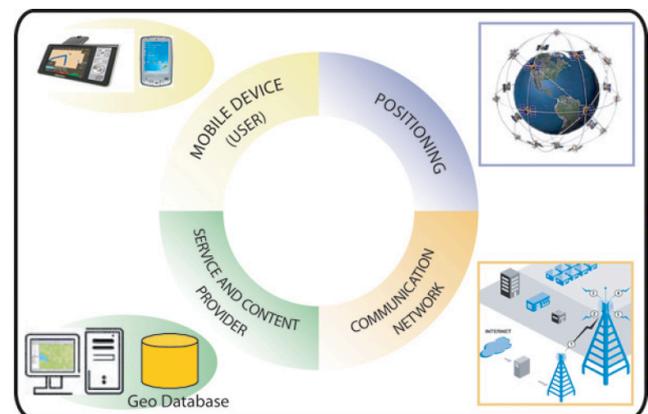


Figure 2. Komponen *Location-Based Service*

#### F. Sistem Positioning

Teknik *positioning* dibagi kedalam tiga kelompok, yaitu :

- *Satellite positioning*; *Satellite positioning* menggunakan infrastruktur satelit dan terminal mobile sebagai receiver. Terminal menghitung posisi berdasarkan informasi yang diterima melalui sinyal radio dari tiga atau beberapa satelit. Sistem yang digunakan adalah GPS, yang tepat digunakan untuk

sistem luar ruangan (*outdoor*) dan lingkungan yang memiliki BS (*Base Station*) yang jarang.

- *Network-based positioning*; *Network-based positioning* menggunakan jaringan telekomunikasi mobile untuk menentukan posisi perangkat mobile. Posisi perangkat mobile ditentukan menggunakan pengukuran yang eksplisit atau menggunakan pengukuran yang eksplisit atau menggunakan perkiraan. Pengukuran dilakukan pada perangkat itu sendiri atau oleh operator jaringan. Pengukuran eksplisit menghasilkan posisi yang lebih akurat dibanding menggunakan perkiraan. Penentuan posisi perangkat tanpa pengukuran disebut COO (*Cell of Origin*), yang memperkirakan posisi perangkat mobile dengan menentukan koordinat perangkat pada daerah jangkauan sel. Dengan pengukuran eksplisit, posisi perangkat *mobile* diukur menurut sinyal yang diterima perangkat *mobile* dari sekurang-kurangnya tiga BS berbeda, atau mengukur sinyal yang dikirim perangkat *mobile* kepada tiga atau lebih BS. Terdapat beberapa metode pengukuran positioning secara eksplisit, yaitu AOA (*Angle of Arrival*), TOA (*Time of Arrival*), TDOA (*Time Difference of Arrival*), dan EOTD (*Enhanced Observed Time Difference*). Pada *network-based positioning* akurasi posisi tergantung pada metode yang digunakan. Beberapa metode membutuhkan tambahan komponen baru pada infrastruktur jaringan, dan pada beberapa metode diperlukan update perangkat keras atau perangkat lunak.
- *Local positioning*; *Local positioning* merupakan sistem *positioning* yang digunakan pada daerah yang terbatas dan berdasarkan pada transmisi sinyal jarak pendek. Teknik ini cocok digunakan pada lingkungan indoor seperti gedung-gedung besar, pusat perbelanjaan, dan sebagainya, dimana *satellite* dan *network-based positioning* tidak dapat menyediakan akurasi yang tinggi. *Local positioning* menggunakan teknologi WLAN (*Wireless Local Area Network*), *bluetooth*, RFID, atau IrDA (*Infrared*).

#### G. WAP

WAP atau *Wireless Application Protocol* adalah suatu sistem protokol aplikasi yang memungkinkan *internet* dapat diakses oleh ponsel (jenis WAP- *enabled*) dan perangkat *wireless* lainnya yang dilengkapi dengan teknologi WAP. Untuk menjangkau dunia *internet*, sebuah ponsel WAP harus berjalan via WAP *gateway*. WAP *gateway* merupakan perantara yang menghubungkan jaringan *mobile* dan *internet* dengan cara menterjemahkan HTTP (*Hipertext Transfer Protocol*) menjadi WSP (*Wireless Session Protocol*). WAP merupakan teknologi yang pembangunan aplikasinya berbasis SMS (*Short Message Services*). Adapun cara kerja WAP hampir sama dengan cara kerja *internet* saat ini. Untuk bisa menerima informasi dari *internet*, ponsel harus dihubungkan ke *server* melalui WAP *gateway*, yang proses pengiriman datanya menggunakan jaringan komunikasi nirkabel (tanpa kabel / *wireless*). WAP tidak jauh berbeda dengan model WWW (*World Wide Web*) karena pada dasarnya menggunakan komunikasi standar protokol pada WWW tersebut.

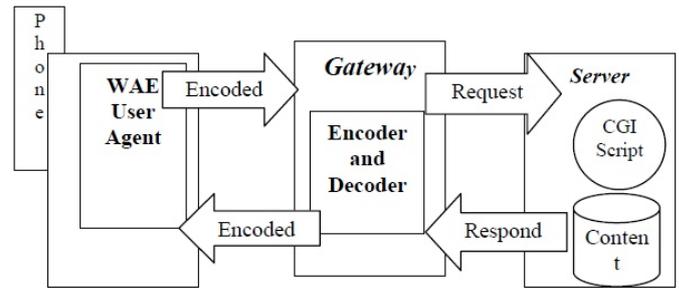


Figure 3. Model Program WAP

Prinsip kerjanya adalah aliran data dari *phones (client)*/WAP protokol, akan mengirim *encoded request*, protokol *gateway* akan mentranslasikan *request* dari WAP protokol yang terdiri dari WSP, WTP, WTLS dan WDP tersebut menuju WWW protokol (*server*, yaitu HTTP, TCP/IP) *encoder* akan menyesuaikan format data dengan *server* jaringan WWW yang dapat berupa CGI dan *script*, kemudian *server* akan merespon *request* tersebut menjadi kode-kode yang dimengerti oleh WAP *emulator* dan Ponsel. Proses ini disebut sebagai tahap *compilation*, dan mengirimkan kembali protokol *gateway* untuk ditranslasikan kembali menuju WAP *client* dalam bentuk WBXML (*WAP Binary XML*) dalam hal ini adalah *handphone*. Salah satu contoh WAP *Emulator* adalah MicroBrowser M3Gate 0.5, yaitu *micro browser* yang dirancang mampu menampilkan *source \*.WML* pada aplikasi WAP dalam bentuk tampilan telepon selular.

#### III. EVALUASI

Pengguna sistem ini adalah masyarakat yang ingin mengetahui lokasi rumah sakit terdekat dari posisi pengguna tersebut. Tujuan utama dari adanya sistem pencarian lokasi rumah sakit ini adalah untuk memudahkan bagi pengguna untuk menemukan lokasi rumah sakit terdekat. Selain itu pengguna juga dapat mencari alamat rumah sakit yang diinginkan. Informasi yang diberikan kepada pengguna disesuaikan dengan kebutuhan dan posisi pengguna. Dengan mengetahui lokasi pengguna, sistem dapat menghitung jarak antara pengguna dengan rumah sakit tertentu. Batasan untuk sistem ini hanyalah untuk mengetahui lokasi, tidak ada fasilitas untuk melakukan reservasi rumah sakit. Proses transaksi dilakukan di luar sistem.

Arsitektur sistem pencarian lokasi rumah sakit ini terdiri atas perangkat komunikasi *mobile* yang dilengkapi dengan sensor GPS atau WAP - *enabled device*, *service gateway*, *internet*, *server* aplikasi, *server* GIS, database untuk menyimpan informasi lokasi rumah sakit dan sistem *positioning*. Dengan menggunakan perangkat komunikasi *mobile* yang dilengkapi dengan sensor GPS, posisi pengguna dapat dideteksi secara otomatis. Sedangkan untuk perangkat *mobile* tanpa sensor GPS, posisi pengguna ditentukan menggunakan teknik *network-based*.

*Service gateway* berperan dalam pertukaran pesan antara perangkat komunikasi *mobile* dan *internet*. Setelah perangkat komunikasi *mobile* ditentukan, pengguna dapat mengirim permintaan kepada sistem melalui *gateway*. *Gateway* menyimpan alamat *web* sistem dan informasi tentang perangkat

*mobile* yang meminta informasi. Setelah pengguna dapat mengakses sistem melalui *server* aplikasi, pengguna dapat meminta informasi tertentu dari sistem. Untuk menjawab permintaan pengguna, *server* aplikasi mengaktifkan layanan yang sesuai dengan permintaan pengguna. Sebagai contoh, jika pengguna meminta informasi rumah sakit terdekat dengan posisi pengguna, *server* aplikasi mengaktifkan layanan pencarian untuk mencari lokasi rumah sakit terdekat. Sistem mengkalkulasi rumah sakit – rumah sakit yang jaraknya dekat dengan pengguna. Informasi dikembalikan kepada pengguna melalui *internet*, *gateway* kemudian perangkat komunikasi *mobile*. Tampilan informasi dapat berbentuk daftar atau digambarkan pada peta.

#### IV. SIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan analisis, perancangan, implementasi dan evaluasi terhadap sistem maka simpulan yang dapat diperoleh adalah sistem dapat membantu pengguna dalam mencari lokasi rumah sakit terdekat atau sesuai dengan permintaan dengan cepat, mudah, dan dengan cara yang lebih fleksibel tanpa ada batasan waktu. Sistem juga dapat diakses dengan menggunakan perangkat komunikasi *mobile* WAP - *enabled device* atau perangkat komunikasi *mobile* yang dilengkapi dengan sensor GPS. Saran yang dapat diusulkan untuk menjadi topik penelitian selanjutnya adalah mengembangkan sistem ini

dengan memberikan fitur-fitur tambahan sehingga pengguna selain dapat mencari lokasi juga bisa melakukan reservasi di rumah sakit tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Biasi, Frank. *Conservation GIS: current application and emerging needs*. ACM New York, NY, USA, 1999
- [2] Edy Prahasta, 2005. *Sistem Informasi Geografis*. Edisi Revisi, Cetakan Kedua. Bandung. C.V.Informatika.
- [3] Das, Anika., 2006, *Location-Based Service*, Map Middle East Magazine, online: <http://www.gisdevelopment.net>
- [4] Gregorius Agung, 2001, *WAP Programming dengan WML*, Panduan Yogyakarta
- [5] Kyu, Michael R. *Learning techniques in social and location-based service recommendation*. ACM New York, NY, USA, 2011
- [6] Lee, Wei-Po. *Customising WAP-based information services on mobile network*. Personal and Ubiquitous Computing. London, UK 2003
- [7] Netikos, deri, Luca. *Beyond the Web: Mobile WAP-Based Management*. Journal of Network and System Management. NY, USA, 2011
- [8] Steiniger, S., et.al (2006), *Foundations of Location Based Services*, online: <http://www.geo.unzh.ch>
- [9] Tsalgatidou, A. et.al, *Mobile M-Commerce and Location-Based Service: Technology and Requirements*
- [10] Tull, Chris., 2002, *WAP 2.0 Development*, USA, Que Corp
- [11] What is GIS, online: <http://www.ESRI.com>.

# Perancangan Game Edukasi Bertemakan Sejarah Indonesia

(Ken Arok dan Buto Ijo)

Andry Chowanda  
School of Computer Science  
BINUS University  
DKI Jakarta, Indonesia  
achowanda@binus.edu

Yen Lina Prasetyo  
School of Computer Science  
BINUS University  
DKI Jakarta, Indonesia  
yenlina@binus.edu

**Abstract**— Industri game telah menjadi salah satu Industri yang banyak diminati oleh berbagai kalangan. Di Indonesia, para maniak dan pecinta game sangatlah banyak. Pelajaran sejarah menjadi sebuah kendala bagi pelajar Indonesia. Sejarah dianggap membosankan bagi beberapa pelajar di Indonesia. Pada observasi awal para peneliti terhadap 3 sekolah (SLTP, SMU) di Jakarta, menunjukkan lebih dari 50% pelajar menunjukkan ketidaktertarikannya terhadap pelajaran sejarah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sebuah game yang bertemakan sejarah Indonesia. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah: memperkenalkan generasi muda tentang sejarah Indonesia melalui kegiatan yang mereka senang, salah satunya game, sebagai alternatif lain yang interaktif dan menyenangkan dalam mempelajari sejarah Indonesia, dan meningkatkan rasa kebanggaan akan Indonesia. Metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini mengadopsi SDLC Waterfall, dimana ada beberapa tahapan yang dilakukan pada penelitian ini. Hasil dari penelitian ini adalah diujikan kepada 30 responden penggemar game dan anak sekolah. Berdasarkan kuesioner evaluasi dapat disimpulkan bahwa game ini cukup menarik, terutama secara grafis. Ceritanya mudah dimengerti, dan membuat pemain game bangga setelah mengetahui bahwa game ini buatan anak bangsa, serta sebagian besar pemain merasa game ini memperluas pengetahuan sejarah Indonesia. Walaupun pesan moral game ini kurang ditangkap, yang dikarenakan pengembangan game ini belum sepenuhnya selesai, tetapi game ini tetap diminati untuk dimainkan kelanjutannya.

**Keywords:** *game, sejarah, Indonesia*

## I. PENDAHULUAN

Tidak bisa kita pungkiri bahwa saat ini, industri game telah menjadi salah satu industri yang banyak diminati oleh berbagai kalangan. Anak-anak, remaja, dewasa turut memainkan game, dan apapun jenis game selalu ada penggemarnya. Industri ini pun bisa menjadi tolak ukur bagi majunya suatu negara yang memproduksinya, yang mana memang game-game high-end mayoritas dibuat oleh negara-negara yang maju seperti Amerika, Jepang, dan beberapa negara Eropa. Tapi karena semakin maju dan berkembangnya industri ini maka banyak dari negara-negara berkembang mulai untuk mencoba mengembangkan game buatannya sendiri.

Di Indonesia, para maniak dan pecinta game sangatlah banyak, tapi sayangnya bila dibandingkan dengan developer dan investor game yang ada, perbandingannya cukup jauh. Banyak faktor yang memengaruhi hal tersebut beberapa di antaranya ialah kurangnya perhatian dari pihak pemerintah pada industri ini, pemerintah kurang menaruh minat dalam mendukung sektor tersebut, Sehingga perkembangannya pun kurang. Faktor lainnya yang memengaruhi ialah bahwa karya-karya game tanah air ini kurang diatur dan dikemas dengan baik, kadang berhenti ditengah jalan, atau kurangnya kerja sama pembuat game dengan para desainer 3D dan desainer grafis yang membuat game menjadi lebih hidup dalam segi visualnya yang mana akan menarik minat para gamer yang rata-rata adalah pencinta grafik-grafik ekstrim.

Pelajaran sejarah menjadi sebuah kendala bagi pelajar Indonesia. Sejarah dianggap membosankan bagi beberapa pelajar di Indonesia. Pada observasi awal para peneliti terhadap 3 sekolah (SLTP, SMU) di Jakarta, menunjukkan lebih dari 50% pelajar menunjukkan ketidaktertarikannya terhadap pelajaran sejarah. Untuk sebab itu para peneliti sangat tertarik untuk mengembangkan game dimana memberikan nilai sejarah Indonesia, dimana pemain dapat bermain dan mempelajari sejarah Indonesia dalam waktu yang bersamaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sebuah game yang bertemakan sejarah Indonesia. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah: memperkenalkan generasi muda tentang sejarah Indonesia melalui kegiatan yang mereka senang, salah satunya game, sebagai alternatif lain yang interaktif dan menyenangkan dalam mempelajari sejarah Indonesia, dan meningkatkan rasa kebanggaan akan Indonesia.

Agar penelitian lebih terarah serta adanya keterbatasan waktu dalam penelitian, maka perlu adanya cakupan dan batasan dalam penelitian ini, yaitu: pengkajian tentang cerita dan sejarah Indonesia yang menjadi dasar cerita pembuatan game ini., merancang game design yang meliputi perancangan karakter, peta, level, dan item, merancang game dengan judul "The Keris of Vengeance" dengan menggunakan game engine UNREAL DEVELOPMENT KIT (UDK).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Multimedia

Menurut Vaughan (2011, p1), multimedia adalah kombinasi dari teks, foto, grafik, suara, animasi dan video yang dimanipulasi secara digital. Multimedia juga dapat diartikan sebagai penggunaan komputer yang memiliki kemampuan untuk menggabungkan dan merepresentasikan suara, grafik, video, teks, dan animasi. (Dastbaz M. , 2003)

### B. Interaksi Manusia dan Komputer (IMK)

Menurut Shneiderman & Plaisant (2010, p88) Interaksi manusia dan komputer (IMK) merupakan ilmu yang mempelajari tentang perancangan, implementasi dan evaluasi sistem komputer interaktif untuk digunakan oleh manusia, serta studi fenomena-fenomena yang berhubungan dengannya. IMK menangani perancangan dan evaluasi antarmuka pemakai (user interface). Antarmuka pemakai adalah bagian dari komputer yang bertujuan untuk memungkinkan interaksi antara manusia dengan komputer secara langsung.

### C. Game

Menurut (Fullerton, 2008, p. 43) game adalah suatu sistem formal tertutup yang melibatkan pemain dalam sebuah konflik yang sudah terstruktur dan dengan penyelesaian konflik yang berbeda-beda. Menurut (Schell, 2008, p. 37) game adalah sebuah kegiatan pemecahan masalah yang berlandaskan rasa senang.

Sedangkan menurut Ernest (2009) Game didefinisikan sebagai salah satu tipe aktifitas bermain, dimana terdapat pemain, dan pemain berusaha untuk memenuhi tujuan sesuai dengan peraturan yang telah dirancang. Game terbagi menjadi casual game dan hardcore game. Dimana casual game lebih menekankan di permainan yang mudah untuk dimainkan, dan biasanya tidak membutuhkan perhatian yang serius dari segi waktu dan keserangan dalam bermain. Kebalikannya hardcore game lebih menekannya pada aksi, grafik, dan biasanya membutuhkan keseriusan dalam bermain baik dari segi waktu bermain, maupun dari segi intensitas bermain.

### D. UML

Menurut Whitten, Bentley, & Dittman, (2007), Unified Modelling Language (UML) adalah sebuah pendekatan untuk mempelajari objek-objek yang ada untuk melihat apakah objek tersebut dapat digunakan lagi atau dimodifikasi untuk kegunaan yang baru dan mendefinisikan objek baru atau yang telah dimodifikasi yang akan digabungkan dengan objek-objek yang ada untuk menjadi aplikasi bisnis.

### E. Keris Mpu Gandring

Keris Mpu Gandring adalah senjata pusaka yang terkenal dalam riwayat berdirinya Kerajaan Singhasari di daerah Malang, Jawa Timur sekarang. Keris ini terkenal karena kutukannya yang memakan korban dari kalangan elit Singasari termasuk pendiri dan pemakainya, Ken Arok.

Keris ini dibuat oleh seorang pandai besi yang dikenal sangat sakti yang bernama Mpu Gandring, atas pesanan Ken Arok, salah seorang tokoh penyamun yang menurut seorang brahmana bernama Lohgawe adalah titisan wisnu. Ken Arok

memesan keris ini kepada Mpu Gandring dengan waktu satu malam saja, yang merupakan pekerjaan hampir mustahil dilakukan oleh para "mpu" (gelar bagi seorang pandai logam yang sangat sakti) pada masa itu. Namun Mpu Gandring menyanggupinya dengan kekuatan gaib yang dimilikinya. Bahkan kekuatan tadi "ditransfer" kedalam keris buatannya itu untuk menambah kemampuan dan kesaktian keris tersebut.

## III. ISI DAN PEMBAHASAN

### A. Analisis Kebutuhan

Analisis *game* merupakan analisis yang meliputi dua hal yakni analisis *user* dan analisis *game* sejenis. Analisis *user* dilakukan dengan menyebarkan kuisioner sementara analisis *game* dilakukan dengan melakukan observasi *game-game* sejenis.

Pada analisis *user*, disebarkan kuisioner ke kalangan umum, pertanyaan berjumlah 16 soal dengan jumlah responden 113 orang, bagian pertama dari kuisioner berisi tentang data diri *user*, kemudian pada bagian kedua berisi tentang kebutuhan *user* mengenai *game* yang bersangkutan.

Berdasarkan pada analisis *user* maka diperoleh beberapa analisis kebutuhan *user* sebagai berikut: Sebagian besar responden menyukai permainan bergenre adventure dan juga role playing *game*, sebagian besar responden lebih suka bermain *game* secara offline daripada online, sebagian besar responden lebih suka untuk memainkan *game* di Personal Computer, daripada *game* mobile dan *game* konsol, banyak responden yang menyukai *game* dengan tampilan 3D dibandingkan dengan *game* 2D atau 2.5D saja, banyak responden yang mengetahui sedikit saja dari sejarah Indonesia, banyak responden yang meskipun sedikit pengetahuan sejarah, tetapi tahu kisah tentang Keris Mpu Gandring, dan sebagian besar responden ingin coba memainkan *game* yang bertemakan sejarah.

Berdasarkan pada analisis *game* sejenis maka didapat beberapa analisis sistem sebagai berikut:

Senjata yang diberikan lebih dari satu pilihan membuat player bisa mengkombinasikan serangan, grafik yang ditampilkan sangat detil membuat permainan terlihat lebih hidup, musik yang digunakan saat bertempur cenderung monoton, yang bisa membuat player bosan apabila terlalu lama bertarung, efek suara kecil-kecil seperti riuh rendah, suara mesin, angin, serangga, kertas, sangat penting untuk membuat *game* lebih hidup.

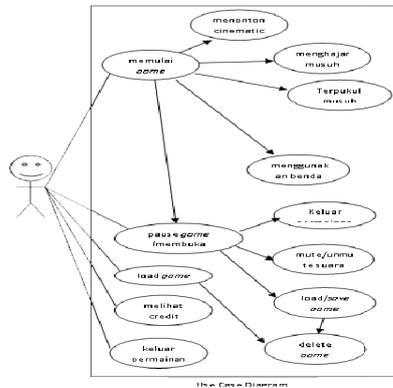
### B. Analisis Kebutuhan Software

Berdasarkan hasil dari analisis kebutuhan, maka penentuan *software* yang akan digunakan adalah *software* yang dapat menghasilkan *game* 3D dengan grafik yang mendukung. Hasil akhir dari pemilihan *software* adalah dengan menggunakan *game* engine Unreal Development Kit (UDK), dan menggunakan 3Ds Max untuk *modeling*.

### C. Program Design

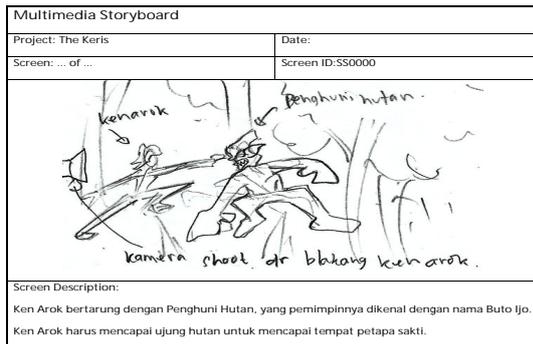
Program *design* akan mempermudah proses pembuatan *game*. Program *design* yang dilakukan pada penelitian ini adalah *design* gambaran *game* dengan UML, yaitu use case

dimana dapat dilihat pada Figure 2, dan untuk perancangan animasi, penelitian ini menggunakan rancangan storyboard, yang dapat dilihat pada Figure 3. Rancangan storyboard yang disajikan pada penulisan ini hanya salah satu storyboard dari 23 storyboard yang ada.



Gambar 1. Use Case Game

Rancangan storyboard pada Figure 3 menggambarkan Ken Arok sedang bertarung dengan Buto Ijo dihutan.



Gambar 2. Salah satu rancangan storyboard

**D. Perancangan Game**

Pada tahapan perancangan game, terbagi menjadi 2 tahapan besar, yaitu proses perancangan game secara konsep meliputi perancangan karakter, item, dan perancangan game balancing. Proses selanjutnya adalah tahapan perancangan dengan software yang telah digunakan yaitu UDK dan menggunakan 3Ds Max untuk modeling.

Perancangan cerita pada game ini mengadopsi cerita sejarah Indonesia, pada game ini diambil cerita mengenai Ken Arok. Karakter pada game ini mengadopsi cerita sejarah Indonesia, antara lain: Ken Arok, Mpu Gandring, Kebo Ijo, Tunggul Ametung, Anusapati, Penghuni Hutan, Penjaga Kediaman Tunggul Ametung, dan Pengawal Ken Arok. Contoh model karakter Ken Arok dapat dilihat pada Figure 4.



Gambar 3. Model Karakter

Item yang terdapat pada game ini antara lain: Sambiloto yang memiliki efek membuat nyawa maksimum player bertambah +20, didapat setelah melawan boss setiap level, Puyer Kebal yang memiliki efek membuat player kebal dari serangan musuh selama 7 detik, Beras Kencur yang memiliki efek memulihkan nyawa pemeran utama. Dengan ini nyawa pemeran utama terisi +15, Minyak Cendanda yang memiliki efek menambah permanen ATK +5 pada senjata. Contoh gambar model item dan senjata Keris dapat dilihat pada Figure 5.



Gambar 4. Model Item dan keris

Game ini menggunakan gameplay balancing, bukan player balancing karena game ini merupakan game single player. Balancing yang digunakan dalam game "The Keris of Vengeance" ini adalah seperti balancing item, balancing nyawa player dan lawan, balancing skill player dan attack lawan, dan jumlah lawan di setiap levelnya yang dapat dilihat pada table I - V.

TABLE I. TABEL STATUS KARAKTER MUSUH

Level	Nama Karakter	HP	ATK
Lv 1	Penjaga Hutan	50	10
	Buto Ijo (Boss 1)	100	25
Lv 2	Penjaga Kediaman	55	15
	Tunggul Ametung (Boss 2)	120	35
Lv 3	Pengawal	60	15
	Ken Arok (Boss 3)	140	25

Berdasarkan tabel I, terdapat 6 karakter musuh yang berbeda, sebelum setiap Boss Level selalu ada lapisan musuh sebelumnya yang berjumlah lebih dari 1 untuk mencapai Boss. Player harus membunuh semua musuh untuk dapat membuka pintu Boss setiap levelnya. Masing-masing karakter

mempunyai jumlah nyawa dan damage serangan yang berbeda-beda setiap levelnya.

Sebelum meraih Buto Ijo, player harus melewati para Penjaga Hutan, dengan senjata kapak sebagai senjata awal. Setelah melawan Buto Ijo, player akan mendapatkan *item* khusus, baru melanjutkan ke level berikutnya dengan diselingi cerita.

Ketika sudah naik ke level 2, HP dan ATK lawan juga bertambah, begitu juga dengan *Boss* nya. Pada level 3, karena keris berpindah tangan ke Anusapati, dan *Boss* level 3 adalah Ken Arok sendiri, jadi nyawa Ken Arok sudah bertambah sesuai sebelumnya saat dimainkan player, dan ATKnya berkurang karena tidak memakai Keris dari Mpu Gandring.

TABLE II. BALANCING NYAWA KARAKTER PERLEVEL

Level	Player	HP
Lv 1	Sebagai Ken Arok	80
Lv 2	Sebagai Ken Arok	100 (Sambiloto+1 dari lv 1)
Lv 3	Sebagai Anusapati	80 (HP dasar Anusapati)
	Ken Arok (Sebagai Musuh)	140 (Sambiloto+2 dari lv 2)

Berdasarkan tabel II, dapat dilihat Health Point atau nyawa karakter yang digunakan player dalam *game* "The Keris of Vengeance". Untuk level 1 dan 2, karakter yang digunakan adalah Ken Arok, dan setiap setelah melawan *Boss* di setiap levelnya, player mendapatkan Sambiloto, yang berfungsi untuk menambahkan Max HP +20 secara permanen kepada karakter yang mengambilnya.

Pada level 3, ketika player menggunakan Anusapati, nyawanya menjadi 80, yang merupakan nyawa dasar untuk Anusapati, dan Ken Arok tetap dengan nyawanya yang sudah ditambah ketika player memainkan Ken Arok.

TABLE III. BALANCING PERSEBARAN ITEM

Item Level	Sambiloto	Puyer Kebal	Beras Kencur	Minyak Cendana	Total
1	1	2	3	2	8
2	2	1	2	3	7
3	2	3	4	0	9

Berdasarkan tabel III, dapat diketahui bahwa terdapat 4 *item* dalam *game*. Sambiloto, Puyer Kebal, Beras Kencur, dan Minyak Cendana. Masing-masing punya jumlah sebarannya sendiri di setiap level. Di level 1 hanya akan terdapat 1 Sambiloto, 2 Puyer Kebal, 3 Beras Kencur, dan 2 Minyak Cendana. Jumlah *item* di level ini termasuk banyak, karena di level ini status player masih sangat rendah, sehingga butuh tambahan status untuk mengalahkan lawan dan *Boss*.

Pada level 2, *item* yang diberikan akan lebih sedikit, hanya ada 1 Puyer Kebal dan beras kencur menjadi 2. Sedangkan *item* yang bersifat permanen bertambah banyak, seperti Sambiloto

yang menjadi 2 dan Minyak Cendana menjadi 3. Tapi hal ini akan menambah HP Ken Arok yang nantinya akan menjadi musuh di level 3. Dan Keris juga akan bertambah ATK nya.

TABLE IV. BALANCING DAMAGE BERDASAR SENJATA/SKILL

Nama	Damage Dasar	MC+2	MC+3
Keris (tebasan)	15	$(15+5*2) = 25$	$(25+5*3) = 40$
Tenaga Dalam**	10	$(10+[5*2]/2) = 15$	$(15+[5*3]/2) = 22$
Ajian Palubumi*	10	$(10+[5*2]/2) = 15$	$(15+[5*3]/2) = 22$
Tendangan	5	5	5
Kapak	10	-	-

Tabel IV menjelaskan damage yang diberikan setiap senjata/skill yang digunakan player. Ajian Palubumi yang merupakan Area Attack memiliki damage yang kecil dibanding tebasan Keris langsung, dan setiap tambahan poin DMG dari Minyak Cendana, Poin DMG dari Ajian Palubumi hanya akan bertambah setengah dari yang diberikan Minyak Cendana, sama halnya dengan Tenaga Dalam.

Dua *skill* tersebut hanya dapat digunakan jika sedang menggunakan Keris Mpu Gandring. Sedangkan Tendangan tidak bertambah sama sekali walaupun mendapatkan Minyak Cendana, karena Minyak Cendana hanya untuk menambah poin damage dari Keris dan *Skill* yang menggunakan Keris. Begitu pula dengan Kapak, tidak berpengaruh, karena kapak tidak punya kekuatan magis dan hanya dipakai player pada level 1.

TABLE V. BALANCING SETIAP LEVEL

	Level 1	Level 2	Level 3
Total Musuh	9	11	16
Total Item Permanen	3	5	2
Total Item Sementara	5	3	7
Total Item	8	7	9
Keterangan Kesulitan	Sedang	Mudah	Sulit

Tabel V menjelaskan mengenai jumlah musuh, jumlah *item* dan tingkat kesulitan setiap level yang akan dihadapi player. Pada setiap level jumlah musuh terus bertambah. Tapi jumlah *item* permanen hanya bertambah banyak di level 2 dan *item* sementara paling banyak di level terakhir. *Item* sementara sangat berguna untuk bantuan player saat bertempur. Di level 3, player akan memakai Anusapati dengan HP yang sangat kecil, melawan Ken Arok yang HP-nya besar, dan 15 pengawalnya yang kuat. Untuk menyeimbangkan level ini, Anusapati memegang Keris Mpu Gandring yang poin damage-nya sudah ditambah dari level-level sebelumnya.

### E. Implementasi

Setelah proses perancangan *game*, maka *game* yang bertemakan sejarah dapat diimplementasikan berupa prototipe *game* yang akan diujikan ke beberapa sampel yang dipilih. Hasil implementasi *game* dapat dijumpai pada Figure 6-7.



Gambar 5. Ken Arok menjelajah hutan.

Pada gambar 6, terlihat gambaran *game* ketika Ken Arok menjelajahi hutan untuk mencari jalan keluar. Gambaran *game* ini diambil ketika level 1.



Gambar 6. Ken Arok Melawan Buto Ijo

Pada Figure 7, terlihat gambaran *game* ketika Ken Arok sedang melawan Buto Ijo, serta terlihat efek ketika Ken Arok menyerang Buto Ijo.

### F. Pengujian

Tahapan terakhir yang dilakukan pada penelitian ini adalah tahapan pengujian terhadap 30 responden penggemar *game* dan anak sekolah. Berdasarkan kuesioner evaluasi dapat disimpulkan bahwa *game* The Keris of Vengeance cukup menarik, terutama secara grafis. Ceritanya mudah dimengerti, dan membuat pemain *game* bangga setelah mengetahui bahwa *game* ini buatan anak bangsa, serta sebagian besar pemain merasa *game* ini memperluas pengetahuan sejarah Indonesia. Walaupun pesan moral *game* ini kurang ditangkap,

yang dikarenakan pengembangan *game* ini belum sepenuhnya selesai, tetapi *game* ini tetap diminati untuk dimainkan kelanjutannya.

### IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, maka dapat diambil kesimpulan antara lain *Game* ini memiliki kualitas grafis yang baik, dengan cerita yang berdasarkan sejarah bangsa, dan dapat dimainkan semua umur membuat para pemain *game* tertarik dengan *game* ini, berdasarkan 8 aturan emas, *game* ini memiliki konsistensi perancangan *game* yang baik, terdapat shortcut, memberikan umpan balik informative pada pemain, memiliki dialog penutup, dapat mencegah kesalahan pemain, dan dapat membalikkan aksi, locus of control, serta dapat mengurangi beban ingatan jangka pendek pemain *game*, berdasarkan 5 elemen multimedia, di dalam *game* ini terdapat semua elemen, teks, suara, gambar, animasi, dan video. Seluruh elemen multimedia dipakai dalam *game* ini untuk memaksimalkan pengalaman pemain dalam memainkan *game* ini, berdasarkan kuesioner evaluasi dapat disimpulkan bahwa *game* The Keris of Vengeance cukup menarik, terutama secara grafis. Ceritanya mudah dimengerti, dan membuat pemain *game* bangga setelah mengetahui bahwa *game* ini buatan anak bangsa, serta sebagian besar pemain merasa *game* ini memperluas pengetahuan sejarah Indonesia.

### A. Saran

Dalam tujuannya untuk mengembangkan penelitian ini agar dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya, maka dapat disarankan agar penelitian ini untuk dapat dikembangkan menjadi full *game* dan untuk audio dapat digunakan lagu-lagu kebangsaan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, "On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions," *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, pp. 529-551, April 1955.
- [2] J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.
- [3] I. S. Jacobs and C. P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in *Magnetism*, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271-350.
- [4] K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished.
- [5] R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," *J. Name Stand. Abbrev.*, in press.
- [6] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, "Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface," *IEEE Transl. J. Magn. Japan*, vol. 2, pp. 740-741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetics Japan, p. 301, 1982].
- [7] M. Young, *The Technical Writer's Handbook*. Mill Valley, CA: University Science, 1989.

# Pengembangan Sistem Registrasi Lembaga Kesejahteraan Sosial Anak pada Kementerian Sosial Menggunakan Arsitektur Model View Controller

Aditya Kurniawan  
Teknik Informatika  
Binus University  
Jakarta, Indonesia  
adkurniawan@binus.edu

Ahmad Hani Mustafa  
Teknik Informatika  
Binus University  
Jakarta, Indonesia

Cakra Wibi Sasmito  
Teknik Informatika  
Binus University  
Jakarta, Indonesia

Prineza Andanarie  
Teknik Informatika  
Binus University  
Jakarta, Indonesia

**Abstract**— Survei tahun 2007 menyatakan bahwa terdapat 5030 lembaga sosial peduli anak, lembaga sosial orang cacat, rumah singgah, dan panti jompo yang tersebar di 33 propinsi dan 393 kabupaten / kota di Indonesia. Data-data panti yang terus bergerak menyebabkan tidak terkelolanya registrasi panti dan realisasi penyaluran dana yang dilakukan oleh Kementerian Sosial. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan sebuah sistem berbasis web yang dapat memudahkan untuk pendataan anak jalanan, karyawan panti, dan juga panti-panti yang bernaung dibawah Kementerian Sosial. Hasil yang didapat dari penelitian ini berhasil membuat sistem registrasi lembaga.

**Keywords**; Lembaga sosial, sistem registrasi, framework architecture

## I. PENDAHULUAN

Kementerian sosial dan Save The Children mengadakan survey pada tahun 2007, terdapat lebih dari 5030 lembaga sosial peduli anak, lembaga sosial orang cacat, rumah singgah, dan panti jompo yang tersebar di 33 propinsi dan 393 kabupaten / kota.

Berdasarkan data statistik yang dikeluarkan Kementerian sosial (2010):

“Diperkirakan ada 4,12 juta anak telantar yang terdiri dari 1,14 juta balita dan 2,98 juta anak usia 6-18 tahun. Pusat Data dan Informasi Kesejahteraan Sosial Kementerian Sosial mengumumkan ada 303.629 balita dan 2.367.693 anak pada tahun 2007. Data terakhir menunjukkan bahwa pada kurun waktu lima tahun terakhir terjadi penurunan jumlah anak telantar sebanyak 0,62 persen dari data anak telantar tahun 2003”.

Terjadi penurunan data anak telantar tersebut terlihat dari data anak telantar tahun 2008 yang berjumlah 2,25 juta jiwa. Akan tetapi populasi yang mencapai lebih dari 2,6 juta anak telantar adalah jumlah yang masih sangat besar sehingga menuntut upaya yang lebih intensif dan ekstensif

Selama periode tahun 2005-2009, Kementerian Sosial telah menjangkau anak melalui program Rumah Perlindungan Sosial Anak (RPSA) sebanyak 15 unit dan 13 propinsi sebanyak 1.190.649 jiwa dengan berbagai kategori permasalahan anak.

Berikut data statistik anak-anak terlantar yang telah dilayani oleh RPSA berdasarkan kategori permasalahan anak yang dikeluarkan oleh Kementerian Sosial dari tahun 2005 - 2009 (2010):

Kategori anak	Tahun 2005	Tahun 2006	Tahun 2007	Tahun 2008	Tahun 2009
Anak balita terlantar	250	250	500	700	1024
Anak terlantar didalam asuhan keluarga	65.394	64.894	62.200	60.200	4.100
Anak terlantar didalam panti	145.000	145.000	145.000	145.000	145.000
Anak yang berhadapan dengan hukum	11.080	11.770	8.340	5.900	318
Anak Jalanan	46.800	46.800	21.700	10.400	12.784
Anak Jalanan dengan kecacatan	6.065	6.065	6.035	6.000	6.080
TOTAL	274.589	274.779	243.775	228.200	169.306

Kementerian Sosial Republik Indonesia tiap tahun mengeluarkan pendanaan ke lembaga-lembaga sosial. Proses pendanaan untuk lembaga sosial peduli anak diterapkan dengan sistem pengajuan proposal yang diajukan ke Kementerian Sosial lewat pemerintahan daerah kabupaten / kota. Lembaga sosial yang memenuhi syarat proposal, maka dana akan dikucurkan ke lembaga sosial. Lembaga sosial harus mengirimkan dana tersebut ke rekening anak masing-masing yang jumlahnya telah ditetapkan oleh Kementerian Sosial.

Kementerian Sosial yang bergerak pada pendataan panti seluruh Indonesia sampai saat ini masih menggunakan cara manual untuk memasukkan data anak, data pegawai, dan data panti. Panti masih harus menyerahkan berkas ke kabupaten, kemudian kabupaten memasukkan data tersebut ke Microsoft Access yang kemudian diserahkan ke propinsi lewat email. Setelah dicek dan diperiksa propinsi, data tersebut diteruskan

melalui email ke kantor pusat (Kementerian Sosial) dan kantor pusat baru bisa melihat data-data yang baru.

Melihat kondisi tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem yang saat ini sedang berjalan tidak reliable Kementerian Sosial Republik Indonesia tiap tahun mengeluarkan pendanaan ke lembaga-lembaga sosial. Proses pendanaan untuk lembaga sosial peduli anak diterapkan dengan sistem pengajuan proposal yang diajukan ke Kementerian Sosial lewat pemerintahan daerah kabupaten / kota. Lembaga sosial yang memenuhi syarat proposal, maka dana akan dikucurkan ke lembaga sosial. Lembaga sosial harus mengirimkan dana tersebut ke rekening anak masing-masing yang jumlahnya telah ditetapkan oleh Kementerian Sosial.

Kementerian Sosial yang bergerak pada pendataan panti seluruh Indonesia sampai saat ini masih menggunakan cara manual untuk memasukkan data anak, data pegawai, dan data panti. Panti masih harus menyerahkan berkas ke kabupaten, kemudian kabupaten memasukkan data tersebut ke Microsoft Access yang kemudian diserahkan ke propinsi lewat email. Setelah dicek dan diperiksa propinsi, data tersebut diteruskan melalui email ke kantor pusat (Kementerian Sosial) dan kantor pusat baru bisa melihat data-data yang baru.

Melihat kondisi tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem yang saat ini sedang berjalan tidak reliable dan tidak efektif. Maka sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan, maka solusi yang akan dirancang adalah aplikasi berbasis web dalam penelitian ini.

Penelitian ini dibatasi pada proses-proses sebagai berikut :

1. Proses registrasi lembaga sosial, data anak, karyawan lembaga, dan lembaga yang bernaung dibawah Kementerian Sosial
2. Proses pembaruan data lembaga sosial, anak, karyawan lembaga yang telah terdaftar di Kementerian Sosial
3. Proses penerimaan data registrasi dan realisasi dana yang dikeluarkan oleh Kementerian Sosial kepada lembaga-lembaga sosial

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan sebuah sistem berbasis web yang dapat memudahkan untuk pendataan anak jalanan, karyawan panti, dan juga panti-panti yang bernaung dibawah Kementerian Sosial. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah berikut:

- a. Mempersingkat waktu untuk melakukan entry data, pengajuan proposal serta approval data pada Kementerian Sosial.

dan tidak efektif. Maka sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan, maka solusi yang akan dirancang adalah aplikasi berbasis web dalam penelitian ini.

- b. Mempermudah staf Kementerian sosial untuk membuat report dari data yang sudah ada.
- c. Menggambarkan demografi dari data anak asuh kedalam peta geografi dan chart.
- d. Menghasilkan sebuah sistem yang memiliki quality of service yang baik dan tetap bisa mengakomodir kegiatan Kementerian Sosial.

## II. LANDASAN TEORI

### A. *Panti Sosial Asuhan Anak*

Menurut Kementerian Sosial (2005) panti sosial asuhan anak adalah:

*“Panti sosial asuhan anak adalah suatu lembaga pelayanan profesional yang bertanggung jawab dalam memberikan pengasuhan dan pelayanan pengganti fungsi orang tua kepada anak terlantar”*

### B. *Internet*

Internet, yang merupakan jaringan komputer terbesar di dunia, menurut Turban, et al. (2005, p478) adalah sebuah jaringan yang terdiri dari jaringan-jaringan. Internet adalah kumpulan dari 200.000 atau lebih komputer pribadi yang dimiliki oleh pemerintah, universitas, organisasi nirlaba, dan perusahaan. Jaringan-jaringan interkoneksi ini saling bertukar informasi dengan menggunakan standard protocol yang terbuka dan umum. Jaringan-jaringan ini terkoneksi menggunakan jaringan komunikasi elektronik yang sangat besar dan diantara bisnis-bisnis, konsumen, departemen pemerintah, sekolah dan organisasi lain di seluruh dunia.

### C. *Unified Modeling Languages*

Menurut Roger S. Pressman (2010, p841), Unified Modelling Language (UML) merupakan bahasa yang sudah terstandarisasi untuk menulis cetak biru perangkat lunak. UML biasa digunakan untuk memvisualisasikan, menentukan, membangun dan mendokumentasikan artefak sebuah sistem perangkat lunak intensif.

UML terdiri dari beberapa tipe diagram antara lain :

#### a. Use Case Diagram

Menurut Pressman (2010, p847), use case diagram adalah diagram yang menggambarkan interaksi antara sistem, eksternal sistem, dan pengguna. Diagram ini menjelaskan siapa saja yang akan menggunakan sistem

tersebut dan bagaimana cara pengguna berinteraksi dengan sistem.

b. Class Diagram

Menurut Pressman (2010, p842), class diagram menggambarkan struktur objek yang terdapat pada sebuah sistem. Diagram ini menunjukkan objek-objek yang terdapat pada sebuah sistem. Diagram ini menunjukkan objek-objek yang terdapat pada suatu sistem serta relasi antar objek-objek tersebut.

c. Activity Diagram

Menurut Pressman (2010, p853), activity diagram digunakan untuk menggambarkan jalannya suatu aktivitas dari sebuah proses atau sebuah use case secara berurutan. Tidak hanya itu, diagram ini juga digunakan untuk menggambarkan tindakan (action) yang akan dijalankan ketika suatu proses sedang berjalan dan beserta hasil dari proses yang dijalankan tersebut.

d. Sequence Diagram

Menurut Pressman (2010, p848), sequence diagram merupakan sebuah gambaran yang menjelaskan bagaimana objek berinteraksi antara satu dengan yang lain melalui pesan dalam eksekusi dari sebuah use case atau sebuah operasi. Diagram ini menggambarkan bagaimana pesan dikirim dan diterima antar objek dan urutannya.

D. Database

Menurut Connolly (2010, p14), basis data adalah sekumpulan data yang saling berhubungan satu dengan yang lain secara logikal dan suatu deskripsi data yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan informasi suatu organisasi.

E. Database Management System

Menurut Connolly (2010, p16), DBMS (Database Management System) adalah suatu sistem piranti lunak yang memungkinkan user untuk mendefinisikan, membuat, merawat, dan mengontrol akses ke dalam basis data.

Menurut Connolly (2010, p18-20), DBMS memiliki lima komponen yang penting yaitu :

1. Hardware (piranti keras)  
Dalam menjalankan aplikasi dan DBMS diperlukan piranti keras. Piranti keras dapat berupa sebuah personal computer, single mainframe, atau komputer jaringan yang berupa server.
2. Software (piranti lunak)  
Piranti lunak meliputi DBMS software dan program aplikasi beserta Sistem Operasi (OS), termasuk piranti lunak jaringan bila DBMS digunakan dalam jaringan seperti LAN.

3. Data

Data mungkin merupakan komponen terpenting dari DBMS khususnya sudut pandang dari end user mengenai data.

4. Prosedur

Prosedur adalah panduan dan instruksi dalam membuat rancangan dan menggunakan basis data. Pengguna sistem dan staf dalam mengelola basis data membutuhkan prosedur dalam menjalankan sistem dan mengelola basis data itu sendiri. Prosedur di dalam basis data dapat berupa login di dalam basis data, penggunaan sebagian fasilitas DBMS.

Membuat salinan backup basis data, memeriksa perangkat keras dan piranti lunak yang sedang berjalan, mengubah struktur basis data, meningkatkan kinerja atau membuat arsip data pada secondary storage.

5. Manusia

Komponen terakhir yaitu manusia itu sendiri yang terlibat dalam sistem tersebut. Mulai dari yang merancang sampai dengan yang menggunakan sistem tersebut.

F. Database Application

Menurut Welling dan Thompson (2005, p3), MySQL merupakan relational database management system (RDBMS) yang sangat cepat dan kuat. Sebuah database memungkinkan untuk menyimpan, mencari, mengurutkan dan memperoleh data. Server MySQL mengontrol akses pada data untuk memastikan bahwa banyak user dapat memakainya secara bersamaan, untuk menyediakan akses yang cepat dalam mengakses data tersebut, dan untuk memastikan bahwa hanya user yang dikenali saja yang dapat mengaksesnya. Maka dari itu, MySQL merupakan sebuah multiuser dan multithread server. MySQL menggunakan Structured Query Language (SQL), yaitu bahasa standar query database di dunia.

G. Agile Model

Kata Agile berarti bersifat cepat, ringan, bebas bergerak, waspada. Kata ini digunakan sebagai kata yang menggambarkan konsep model proses yang berbeda dari konsep model-model proses yang sudah ada. Konsep Agile Software Development dicetuskan oleh Kent Beck dan 16 rekannya dengan menyatakan bahwa Agile Software Development adalah cara membangun software dengan melakukannya dan membantu orang lain membangunnya sekaligus.

Dalam Agile Software Development interaksi dan personel lebih penting dari pada proses dan alat, software yang berfungsi lebih penting daripada

dokumentasi yang lengkap, kolaborasi dengan klien lebih penting dari pada negosiasi kontrak, dan sikap tanggap terhadap perubahan lebih penting daripada mengikuti rencana. Namun demikian, sama seperti model proses yang lain, Agile Software Development memiliki kelebihan dan tidak cocok untuk semua jenis proyek, produk, orang dan situasi.

Menurut Scott Ambler (2002, p8), Agile Modelling (AM) adalah chaotic, metodologi berbasis pelatihan untuk pemodelan yang efektif dan dokumentasi dari sistem berbasis software.

Metodologi AM adalah kumpulan praktek yang dipandu oleh prinsip dan nilai-nilai untuk diterapkan pada perangkat lunak profesional dari hari ke hari. AM bukanlah suatu proses preskriptif. Dengan kata lain, AM tidak mendefinisikan prosedur rinci untuk bagaimana menciptakan jenis model tertentu, melainkan memberikan saran bagaimana menjadi efektif. AM memadukan "kekacauan" praktek pemodelan sederhana dan menyatukannya dengan urutan inherent dalam artefak pemodelan perangkat lunak. AM tidak dan bukanlah tentang penyederhanaan pemodelan, pada kenyataannya banyak pengembang akan menemukan bahwa mereka melakukan pemodelan lebih mengikuti AM daripada yang mereka lakukan sebelumnya. AM adalah "touchy-feely", tidak sulit dan cepat berpikirlah bahwa AM merupakan seni, bukan ilmu pengetahuan.

AM memiliki 2 tujuan yaitu :

1. Untuk menentukan dan menunjukkan bagaimana untuk memasukkan ke dalam kumpulan nilai-nilai, prinsip praktek, dan praktik yang berkaitan dengan pemodelan yang efektif, ringan. Apa yang membuat AM katalis tidak untuk perbaikan pemodelan teknik itu sendiri seperti case models, class models, data models atau model antarmuka, tapi bagaimana cara pengguna untuk menerapkannya.
2. Untuk mengatasi masalah bagaimana menerapkan teknik pemodelan pada proyek perangkat lunak mengambil pendekatan agile. Kadang-kadang secara signifikan lebih produktif bagi pengembang untuk menarik beberapa garis untuk memikirkan sebuah ide, atau untuk membandingkan beberapa pendekatan yang berbeda untuk memecahkan masalah daripada menulis kode awal

#### H. Extreme Programming

Pertama kali diperkenalkan Kent Beck pada tahun 1999. Menurut Beck (1999, p15), Extreme Programming (XP) adalah sebuah metodologi yang ringan untuk team pengembangan software yang berukuran kecil sampai sedang yang berhadapan dengan

kebutuhan yang berubah-ubah dengan sangat cepat dan kurang jelas.

Menurut Beck (1999, p17), XP merupakan sebuah cara yang menyenangkan, ringan, efisien, beresiko rendah, fleksibel, terprediksi, dan scientific untuk mengembangkan software.

Menurut Alberto Sillitti et al. (2010, p238), Extreme Programming (XP) merupakan one of the most "agile" software development methodologies. Karena tidak seperti metode waterfall yang mendefinisikan software development sebagai proses, XP mendefinisikan hal tersebut sebagai values dan practices yang dibuktikan dengan cara bekerja sama di dalam kehidupan nyata.

##### 1. Aktifitas Perencanaan

Aktifitas ini dilakukan dengan cara pengumpulan user stories dari client yang client tetapkan prioritasnya. Setiap story ditetapkan harga dan lama pembangunan, jika terlalu besar, story dapat dipecah menjadi beberapa story yang lebih kecil. Jadi kita harus memeriksa dan mempertimbangkan resiko.

##### 2. Aktifitas Desain

Aktifitas ini memiliki prinsip yang sederhana. Memanfaatkan kartu CRC (Class-Responsibility Collaborator) untuk mengidentifikasi dan mengatur class-class pada konsep object oriented. Jika ditemui kesulitan, maka prototype dibangun istilah ini dikenal sebagai spike solution. Kemudian lakukan refactoring, yaitu mengembangkan desain dari program setelah ditulis.

##### 3. Aktifitas Pengkodean

Aktifitas ini menyiapkan unit test sebelum pengkodean dipakai sebagai fokus pemrogram untuk membuat program. Pair programming dilakukan untuk real time program solving dan real time quality assurance.

##### 4. Aktifitas Pengujian

Aktifitas ini menggunakan unit test yang dipersiapkan sebelum pengkodean.

##### 1. Model View Controller

Model view controller (MVC) adalah arsitektur perangkat lunak yang membagi bagian arsitektur perangkat lunak menjadi tiga bagian, yaitu model, view, dan controller

##### 1. Model

Layer model adalah lapisan modul yang menangani data dari perangkat lunak. Modul ini yang berinteraksi dengan DBMS dan menangani data secara keseluruhan dan menjembatani antara DBMS dengan layer controller

##### 2. View

*Layer view* adalah lapisan modul yang menangani interaksi *user interface* dengan data dan proses yang diolah. Modul ini merupakan representasi hasil dari proses yang terjadi pada lapisan controller

3. *Controller*

*Layer controller* adalah lapisan modul yang menangani proses bisnis perangkat lunak secara keseluruhan. Modul ini yang menjembatani antara data yang diolah dari DBMS pada *layer model* dan *layer view*

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dibagi berdasarkan tiga tahap sebagai berikut:

1. Tahapan Analisis

Pada tahapan ini adalah tahapan analisis proses pendanaan panti sosial asuhan anak yang terjadi pada Kementerian sosial dengan menganalisa proses registrasi, proses kebaruan data panti, proses persetujuan registrasi, dan proses realisasi penerimaan dana oleh panti. Metode pada tahapan ini menggunakan teknik penemuan fakta

2. Tahapan Perancangan

Pada tahapan ini adalah tahapan perancangan dari hasil analisa proses yang terjadi. Metode pada tahapan ini adalah dengan menggunakan diagram *unified modeling language* (UML)

3. Tahapan Implementasi

Pada tahapan ini adalah tahapan implementasi dari hasil perancangan untuk dijadikan sistem pendanaan. Metode implementasi yang digunakan dengan menggunakan *model view controller* (MVC)

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang berjalan saat ini pada Kementerian Sosial untuk registrasi LKSA (Lembaga Kesejahteraan Sosial Anak) dan penentuan bantuan untuk LKSA masih dilakukan secara manual. Sistem ini berjalan dari tingkat LKSA sampai pusat.

LKSA dalam sistem ini harus memberikan proposal data LKSA berikut data anak dan pegawai yang berada dalam LKSA tersebut. Mereka harus melampirkan dokumen-dokumen keterangan LKSA dan anak setiap kali ingin mengajukan bantuan kepada Kementerian Sosial Pusat.

Dokumen-dokumen yang diberikan LKSA ini diterima oleh Kementerian Sosial Kabupaten/Kota yang kemudian akan memindahkan data-data yang berada

dalam proposal kedalam sebuah database MS Access. Mereka juga diharuskan mengecek lampiran-lampiran yang disertakan dalam proposal tersebut.

Setelah proses di kabupaten selesai, kabupaten harus menyerahkan database dan data-data tersebut ke tingkat provinsi, disini data-data LKSA akan direkapitulasi dalam form dan database berdasarkan kabupaten yang berada di provinsi tersebut berikut jumlah anak yang didaftarkan.

Dan setelah itu data dari tingkat provinsi diserahkan ke tingkat pusat, dan tingkat pusat pun harus merekap kembali berdasarkan provinsi yang ada beserta data-data LKSA dan jumlah anak dalam LKSA tersebut. Setelah itu pusat pun harus menghitung secara manual bantuan yang diberikan yang disesuaikan dengan budget dana yang ada. Setelah perhitungan selesai dibuat dan setiap LKSA telah ditentukan mendapat bantuan maka dikeluarkan Surat Keputusan (SK) untuk mencairkan dana tersebut

Berdasarkan analisis sistem yang berjalan, ditemukan beberapa masalah yang dimiliki oleh Kementerian Sosial. Berikut ini adalah masalah yang sedang dihadapi.

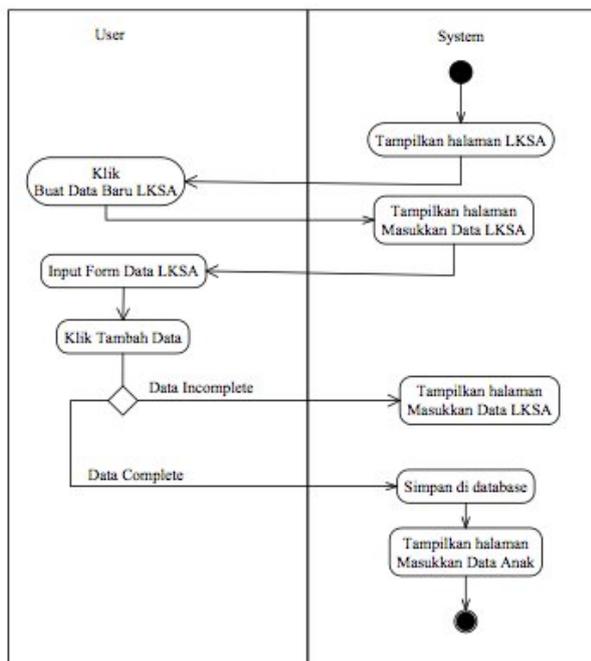
1. Proses registrasi data LKSA yang tidak efektif dan efisien mengenai penggunaan kertas yang dipakai oleh LKSA. Sebagai ilustrasi, jika satu LKSA memiliki 100 anak, maka 100 kertas harus dibuang untuk hal tersebut. Dan hal ini tidak dilakukan oleh hanya satu LKSA, melainkan seluruh LKSA di Indonesia.
2. Karena sistem pendataan yang bersifat tidak reliabel, data LKSA akan diterima oleh pusat dalam waktu yang cukup lama. Hal ini disebabkan oleh pengecekan manual yang harus dilakukan oleh kabupaten dan provinsi.
3. Data dalam database MS Access dapat diubah oleh orang yang tidak memiliki hak akses sehingga integritas data tidak terjaga.
4. Terjadi perulangan sistem dimana data harus dimasukkan dalam database dan form.
5. Pembagian subsidi mungkin terkadang tidak merata dan tidak memiliki pilihan lain untuk alternatif pembagian.

Hasil analisis permasalahan yang ada pada Kementerian Sosial maka diajukan usulan pemecahan masalah yaitu penggunaan teknologi informasi dalam proses registrasi dan konfirmasi. Adapun teknologi informasi yang dapat menjadi pemecahan masalah bagi Kementerian Sosial adalah penerapan web application yang memiliki fitur yang sesuai dengan masalah yang

dihadapi Kementerian Sosial. Adapun fitur – fitur tersebut adalah :

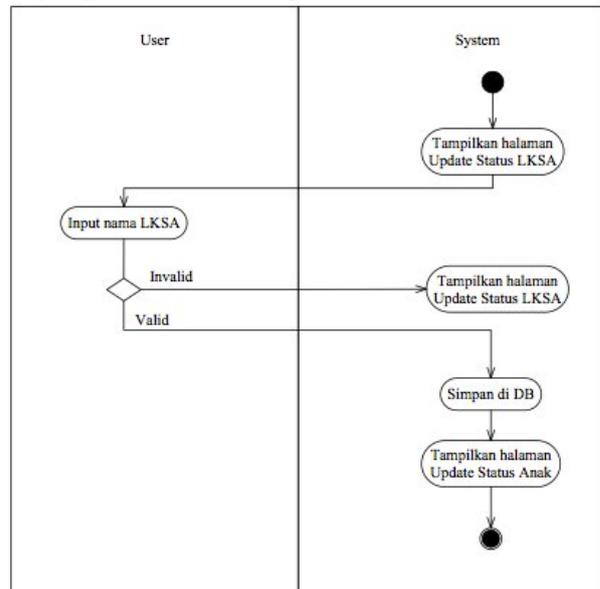
1. Fitur registrasi data LKSA untuk memudahkan tingkat kabupaten untuk memasukkan data LKSA, anak dalam LKSA, dan data pegawai.
2. Fitur perbarui status LKSA dimana LKSA yang pernah teregistrasi sebelumnya dapat dengan mudah mendaftarkan kembali di tahun berikutnya dengan mengambil data dari data LKSA sebelumnya.
3. Fitur cek dokumen LKSA dimana tingkat kabupaten dapat dengan mudah mengkonfirmasi dokumen dari LKSA tersebut.
4. Fitur konfirmasi data LKSA dimana tingkat kabupaten hingga pusat dapat mengkonfirmasi data LKSA secara realtime sehingga lebih cepat dalam proses konfirmasi.
5. Fitur buat laporan tahunan dimana tingkat pusat dapat secara otomatis menentukan subsidi untuk LKSA dan dapat mengubah subsidi kembali berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu.

Tahapan perancangan pada penelitian ini menggunakan diagram UML yang terdiri dari diagram use case, diagram class, dan diagram activity. Berikut hasil rancangan yang dibuat berdasarkan solusi dari permasalahan diatas.



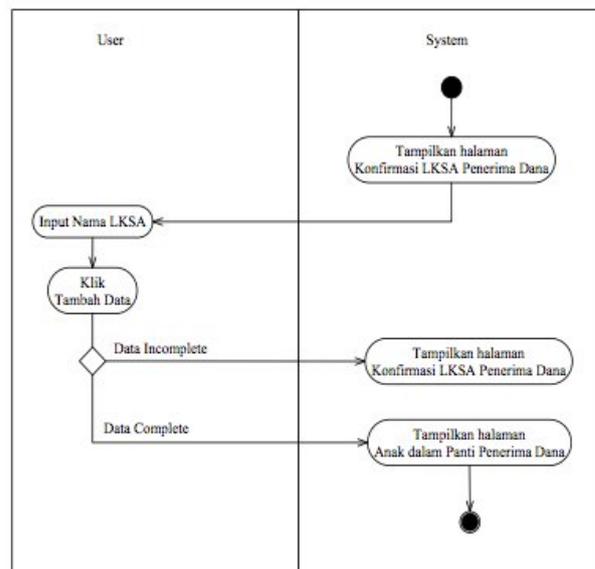
Gambar 1. Activity Diagram Proses Registrasi

Pada diagram ini digambarkan aktivitas proses peregistrasian lembaga sosial yang dilakukan bersama dengan pemerintahan kabupaten / kota.



Gambar 2. Activity Diagram Proses Pembaruan Data

Pada diagram ini digambarkan aktivitas proses pembaruan data yang dilakukan lembaga sosial dilakukan bersama dengan pemerintahan kabupaten / kota dalam peregistrasian ulang (renewal) data setiap tahunnya



Gambar 3. Activity Diagram Konfirmasi LKSA Penerima Dana

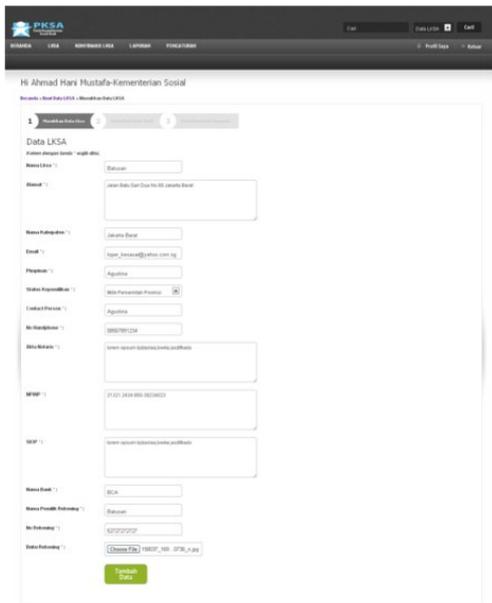
Pada diagram ini digambarkan aktivitas proses konfirmasi penerimaan dana oleh LKSA setelah dana tersebut diterima

Berikut pendekatan arsitektur MVC yang diimplementasikan dalam class diagram diatas. Pada diagram diatas terdapat pembagian class berdasarkan model dan controllernya. Berikut pembagian class berdasarkan lapisan modul dimana class tersebut berada pada arsitektur MVC:

Tabel 2. Kategori Class berdasarkan layer arsitektur

Model	Controller	View
ChildData	ChildDataController	ChildView
StaffData	StaffDataController	StaffView
LksaData	LksaController	LksaView
User	UserController	UserView
LksaDataHeader	LksaDataHeaderController	LksaDataHeaderView
DocumentLksaDataConfirmation	DocumentLksaDataConfirmationController	DocumentLksaDataConfirmationView
History	HistoryController	HistoryView
Announcement	AnnouncementController	AnnouncementView
Province	ProvinceController	-
Regency	RegencyController	-
ChildLksaDataHeader	-	-
Caregiver	-	-
DocumentIdentity	-	-
ParrentCondition	-	-
Reason	-	-
EmploymentStatus	-	-
OwnershipStatus	-	-

Tahapan implementasi dari diagram diatas menggunakan teknologi PHP dengan penggunaan framework Yii. Framework ini dipilih dikarenakan memakai konsep arsitektur MVC sehingga sesuai dengan rancangan MVC yang dihasilkan. Berikut contoh hasil tampilan layar pada penerapan teknologi ini:



Gambar 4. Tampilan Layar Proses Registrasi LKSA

## V. SIMPULAN

Setelah melalui analisa, perancangan dan pembuatan aplikasi ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi ini dapat membantu Kementerian Sosial khususnya Lembaga Kesejahteraan Sosial (LKSA) untuk meregistrasikan data panti, data lainanak, dan data pegawai.
2. Aplikasi ini mempermudah Kementerian Sosial dalam penghitungan subsidi ke LKSA
3. Aplikasi ini membuat pengonfirmasian proposal dari LKSA sampai ke pusat (Kementerian Sosial) lebih efisien dan efektif.

Saran-saran yang dapat diberikan untuk pengembangan aplikasi ini lebih lanjut antara lain:

1. Agar website ini berjalan sesuai dengan standar quality of service website, maka perlu dilakukan tes secara online
2. Database website ini dapat diintegrasikan ke seluruh database milik Kementerian Sosial, jadi tidak sebatas di Direktorat Kesejahteraan Sosial Anak.
3. Agar dilakukan maintenance secara berkala untuk mengantisipasi adanya penurunan kecepatan saat mengakses website yang disebabkan oleh bertambahnya data.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ambler, Scott. (2002). Agile Modeling: Effective Practices for eXtreme Programming and the Unified Process. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Beck, Kent. (2000). Extreme Programming Explained. Canada: Addison-Wesley.
- [3] Brooks, David R. (2007). An Introduction to HTML and JavaScript for Scientist and Engineers. London: Springer.
- [4] Connolly, Thomas & Begg, Carolyn. (2010). Database Systems. A Practical Approach to Design, Implementation, and Management. (5thedition). London: Addison Wesley.
- [5] Grandy, Elizabeth & Stobart, Simon. (2007). Javascript: Creating Dynamic Web Pages. Colchester: Lexden Publishing Limited.
- [6] McFarland, David S. (2009). CSS: The Missing Manual. (2ndedition). California: O'Reilly Media, Inc.
- [7] Prahasta, Eddy. (2009). Sistem Informasi Geografis Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika). Bandung: Informatika
- [8] Pressman, Roger S. (2005). Software Engineering: A Pratictioner's Approach. (7thedition). USA: McGraw-Hill.
- [9] Shneiderman, Ben and Plaisant, Catherine. (2010). Designing The User Interface. (5thedition). USA: Pearson.
- [10] Silliti, Wang, Martin, Whitworth. (2010). Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming. London: Springer.
- [11] Turban, Rainer, Potter. (2005). Introduction to Information Technology. (3rd edition). USA: John Willey & Sons, Inc.
- [12] Ullman, Chris & Dykes, Laura. (2007). Beginning Ajax. Indiana: Willey Publishing.
- [13] Welling, Luke & Thomson, Laura. (2005). PHP and MySQL Web Development. (3rd edition). Indiana: Sams Publishing.
- [14] Whitten, Jeffrey L. & Bentley, Lonnie D. (2007). Systems Analysis And Design Methods. (7th edition). New York: McGraw-Hill.

# Analisis dan Perancangan Aplikasi *E-Meeting* Berbasis Web

Studi Kasus Jurusan Teknik Informatika BINUS University

<sup>1</sup>Meiliana, <sup>2</sup>Yen Lina Prasetio, <sup>3</sup>Sebastianus Karuna Alfasan

School of Computer Science  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia

Jl. K.H Syahdan No. 9 Jakarta Barat 11480

<sup>1</sup>meiliana@binus.edu, <sup>2</sup>yenlina@binus.edu, <sup>3</sup>the\_xkaruna@yahoo.com

**Abstract**— Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan merancang aplikasi e-meeting pada jurusan Teknik Informatika BINUS University. Manfaatnya adalah untuk membantu memudahkan staff Teknik Informatika dalam hal mengadakan meeting. Penelitian ini menggunakan metode analisis dengan studi literatur, wawancara dan metode perancangan dengan analisis terhadap sistem berjalan untuk mendeteksi masalah yang ada. Metode perancangan adalah dengan menerapkan konsep rekayasa perancangan piranti lunak yaitu Unified Modelling Language, Entity Relationship Diagram. Notasi UML menjelaskan garis besar serta rincian dari sistem e-meeting. Relational database menjelaskan struktur data yang digunakan dalam sistem. Hasil yang dicapai dalam penelitian ini adalah pengembangan aplikasi e-meeting berbasis web yang dapat membuat kegiatan meeting lebih efektif dan efisien.

**Keywords**- online meeting; e-application; web

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dewasa ini, perkembangan teknologi informasi sangatlah cepat. Perkembangan ini tidak hanya membawa keuntungan bagi pelaku dunia teknologi informasi atau IT, tetapi juga berbagai kalangan. Hal itu tak terkecuali dalam dunia bisnis dan usaha, teknologi informasi dapat membantu banyak kegiatan operasional perusahaan.

Teknologi informasi adalah study, design, development, implementation, and support terhadap sistem informasi berbasis komputer, yang dapat berupa software dan hardware dari komputer itu sendiri. Dimana biasanya digunakan untuk melakukan kegiatan seperti konversi, menyimpan, memproses, transmisi, dan mengambil data secara aman.

Teknologi informasi erat berkaitan dengan jaringan luas. Dengan adanya jaringan yang luas, pertukaran informasi menjadi tersebar sehingga dapat di akses tanpa ada batasan waktu dan tempat. Internet merupakan kumpulan jaringan yang terhubung secara luas dan memiliki berbagai alat media untuk mengaksesnya. Salah satu contohnya adalah bentuk interaksi antar sesama manusia yang cukup sering ditemukan seperti chat yakni berbicara melalui fasilitas teks dan diselenggarakan secara langsung (realtime).

Pada era sekarang ini banyak pengembang piranti lunak yang terus berusaha melakukan inovasi terhadap aplikasi chat tersebut. Hal ini terkait dengan meningkatnya faktor mobilitas pengguna yang tentunya ingin dapat terhubung antar sesama pengguna tanpa harus selalu berada di tempat yang sama. Salah satu contoh dari inovasi tersebut adalah tersedianya fasilitas papan tulis digital dimana pengguna selain berinteraksi melalui teks dapat juga menyampaikan pesan melalui coretan tangan layaknya di papan tulis tradisional. Online Meeting dengan fitur chat dan digital whiteboard memungkinkan pengguna melakukan meeting secara digital tanpa harus menghadiri secara langsung.

BINUS University adalah salah satu dari sekian banyak universitas yang memfokuskan diri ke arah perkembangan teknologi. Akan tetapi tidak semua hal dilakukan dengan menerapkan konsep teknologi informasi, masih ada kegiatan yang dilakukan secara konvensional seperti kegiatan meeting. Hal ini yang menjadi daya tarik penulis untuk menerapkan sebuah sistem yang baru. Oleh karena itu dilakukan analisa yang meliputi studi lapangan, dan analisis sistem, yang kemudian berlanjut ke tahap perancangan dengan menerapkan konsep perancangan piranti lunak, implementasi dan evaluasi.

### B. Metodologi

Metodologi penelitian yang digunakan adalah:

#### 1) Metodologi Analisis

- Studi Pustaka, penulis mencari informasi yang berasal dari buku-buku dan berbagai literatur yang berkaitan dengan objek penelitian. Sumber tersebut digunakan sebagai landasan teori dan alat bantu dalam menganalisis.
- Studi Lapangan, dilakukan dengan cara melakukan peninjauan atas sistem yang selama ini telah ada dan digunakan serta melakukan wawancara terhadap pihak-pihak yang terkait.
- Analisis system, melakukan analisis terhadap hasil pengumpulan kebutuhan sistem serta juga melakukan perbandingan terhadap sistem serupa yang pernah ada dan menyesuaikan dengan kebutuhan sistem yang akan dibuat sehingga benar-benar sesuai.

- 2) *Metodologi Perancangan*
  - Penerapan konsep UML
  - Perancangan tampilan layar
  - Perancangan database

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. *Rekayasa Piranti Lunak*

Menurut Fritz Bauer, rekayasa piranti lunak adalah pengembangan dan penggunaan prinsip pengembangan untuk memperoleh perangkat lunak secara ekonomis yang dapat diandalkan dan dapat bekerja dengan lebih baik pada mesin nyata [1]. Dikembangkan oleh IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS), definisi tersebut memiliki makna yang lebih luas dan lengkap, yaitu: Aplikasi dari sebuah pendekatan sistematis, dan berdisiplin kepada pengembangan, operasi, dan pemeliharaan perangkat lunak, ini adalah aplikasi untuk mengembangkan software. Lapisan-lapisan pendekatan RPL terbagi menjadi 3 (tiga) bagian utama: Process layer, Bagian ini adalah fondasi dari RPL yang mendefinisikan sebuah kerangka kerja untuk sekumpulan kunci proses yang harus dibangun demi keefektifan penyampaian teknologi pengembangan RPL. Methods layer, Bagian ini menjelaskan secara teknis bagaimana cara membangun suatu perangkat lunak. Tools layer, Bagian ini menyediakan dukungan otomatisasi semi otomatis untuk process dan methods.

Lapisan-lapisan diatas di dukung oleh sebuah layer pendukung yang menjadi landasan paling penting dalam RPL yaitu *Quality focus*. Layer ini harus diisi dengan manajemen yang baik dan filosofi yang baik untuk meningkatkan kualitas dari software tersebut.



Gambar 1. Software engineering layers

### **Model Proses Software**

Menurut Pressman [2], ada beberapa model proses yang lazim digunakan dalam merancang suatu software, model-model tersebut dapat dijelaskan sebagai langkah-langkah yang akan digunakan dalam merancang suatu software.

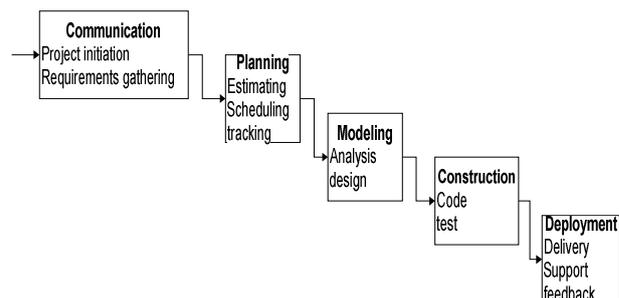
### **Prescriptive models**

Proses model ini mendeskripsikan setiap modul yang dikerjakan. Disebut prescriptive karena mereka menentukan elemen-elemen kerangka proses, tindakan perancangan

program, tugas-tugas, hasil pekerjaan, jaminan kualitas, dan mekanisme perubahan kontrol untuk sebuah proyek. Setiap model juga menentukan aliran kerja yang menggambarkan keterkaitan elemen-elemen proses.

### **Waterfall model**

Proses model yang terkadang disebut sebagai classic lifecycle ini menyarankan sebuah pendekatan yang sistematis dan sekuesnsial untuk pengembangan software yang dimulai dengan persyaratan yang diminta oleh customer, dan berkembang melalui perencanaan, pemodelan, memuncak dengan maintenance setelah proyek selesai dikerjakan.



Gambar 2 Waterfall model

Waterfall model pada setiap langkahnya akan dirinci sebagai berikut: *Requirements definition* Tahap ini adalah tahap awal pengumpulan data dan menentukan spesifikasi dari pengguna secara detail untuk membentuk suatu sistem. *System and Software Design*; Merancang bagian-bagian dari sistem dalam hal spesifikasi untuk membangun arsitektur sistem. Mengidentifikasi dan menjelaskan sistem software dan hubungannya. *Implementation and Unit Testing*; Dalam tahap ini, sistem software diterapkan dalam kumpulan program dan subprogram. Memverifikasi bahwa semua program-program sesuai dengan spesifikasinya. *Integration and System Testing*; Melakukan pengecekan terhadap semua bagian sistem dan masing-masing hubungannya bahwa sudah memenuhi spesifikasinya. Setelah selesai, sistem dapat diberikan kepada pengguna. *Operation and maintenance*; Melakukan perawatan secara berkala terhadap sistem bila sistem mengalami perubahan spesifikasi dari pengguna.

### B. *E-Meeting*

E-Meeting adalah sebuah kegiatan meeting yang diadakan melalui sebuah media elektronik dan menggunakan software khusus. Penggunaan e-meeting merupakan alternatif dari meeting konvensional dengan tatap muka langsung. Beberapa software mempunyai kemungkinan memiliki fitur yang mirip antar satu sama lain seperti fitur real-time drawing dimana satu pihak melakukan penjelasan dengan menggambar dan kemudian akan tampil pada layar peserta lainnya.

### C. *Computer-Supported Cooperative Work (CSCW)*

Menurut Shneiderman [3], definisi CSCW adalah bidang studi yang berfokus pada perancangan dan evaluasi

teknologi baru untuk mendukung proses sosial kerja, sering di antara mitra yang berjauhan. Hasil CSCW biasanya disebut Groupware. Jenis-jenis kerja sama berdasarkan tujuan, antara lain :

- a) Kemitraan terfokus: kerja sama antara dua user yang saling membutuhkan untuk menyelesaikan tugas.
- b) Kuliah atau demo. Seseorang membagikan informasi kepada banyak user di tempat lain. Waktunya dijadwalkan.
- c) Konferensi. Komunikasi kelompok dengan tempat dan waktu yang berbeda.
- d) Proses kerja terstruktur. Orang yang peranannya berbeda bekerja sama dalam tugas yang berhubungan.
- e) Electronic commerce. Kerja sama jangka pendek untuk mencari informasi dan memesan produk, dan jangka panjang untuk perjanjian atau kontrak bisnis.
- f) Rapat dan dukungan keputusan. Rapat tatap muka menggunakan komputer dengan membuat kontribusi simultan.
- g) Teledemokrasi. Pemerintah melakukan rapat jarak jauh, menampilkan komentar dewan, mencari konsensus melalui konferensi, debat, dan pemungutan suara online.

### III. PEMBAHASAN

#### A. Analisis Sistem Berjalan

Saat ini FASILKOM BINUS UNIVERSITY khususnya jurusan Teknik Informatika masih menggunakan metode konvensional yakni dengan whiteboard fisik dan spidol. Para peserta pun masih harus hadir langsung diruangan pertemuan.

##### 1) Analisis perbandingan piranti lunak serupa yang telah ada

Perangkat lunak serupa yang telah tersedia banyak di internet seperti Yahoo Messenger®, Windows Live! Messenger®, dan Microsoft NetMeeting, dimana masing-masing aplikasi ini mempunyai fitur utama seperti sistem yang akan dirancang, yakni mampu untuk menerima input dari user berupa teks maupun coretan layaknya pena virtual. Akan tetapi fitur standar tersebut dirasa kurang memenuhi kebutuhan klien, oleh karena itu sistem yang akan dirancang diharapkan memiliki fitur tambahan yang lebih berguna.

##### 2) Analisis Wawancara

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan dengan beberapa karyawan Jurusan Teknik Informatika, didapat beberapa poin sebagai berikut :

- Undangan kegiatan meeting diberitahukan melalui E-board system yang telah ada.
- Kegiatan meeting biasanya diadakan oleh Ketua Jurusan
- Hanya tersedia dua ruang untuk mengakomodasi kebutuhan satu fakultas
- Sering terjadi penyesuaian jadwal mendadak

- Adanya kemungkinan anggota meeting berhalangan hadir karena alasan pekerjaan
- Jika anggota tersebut diharuskan hadir, pekerjaan dibawa ke ruang meeting.

Dari hasil wawancara tersebut diatas maka ditemukan beberapa poin masalah yang menjadi fokus dari perancangan sistem ini sebagai berikut :

- Staff jurusan Teknik Informatika membutuhkan suatu media yang memungkinkan untuk melakukan pertemuan secara maya tanpa harus menghadiri langsung, hal ini dikarenakan keterbatasan ruangan yang akan digunakan untuk pertemuan dimana sekretaris diharuskan untuk meminjam ruang kuliah setiap kali akan diadakan pertemuan.
- Staff jurusan Teknik Informatika juga membutuhkan media yang mampu untuk berbagi ide dan pendapat tertulis yang dapat lebih mudah diingat dan diarsipkan.
- Staff jurusan Teknik Informatika terkadang tidak dapat hadir karena ada kegiatan/aktifitas lain atau jika terpaksa hadir dengan membawa pekerjaan yang sedang dikerjakan sehingga mengurangi efektifitas meeting

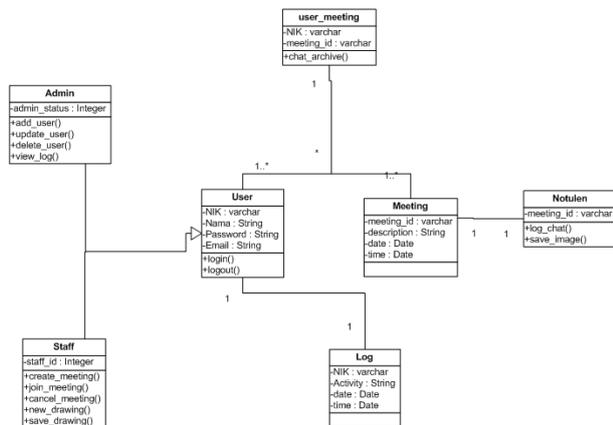
Beberapa pemecahan masalah diusulkan untuk menjawab permasalahan yang telah dianalisis, berupa perancangan system berbasis aplikasi web dengan kemampuan:

- Memudahkan staff jurusan Teknik Informatika dalam menuangkan ide yang dapat dibagi untuk bersama.
- Membantu staff jurusan Teknik Informatika dalam melakukan pengarsipan dan dokumentasi kegiatan meeting yang telah dilakukan.
- Memungkinkan staff jurusan Teknik Informatika untuk tetap dapat menghadiri meeting walau tidak berada di tempat yang sama.

#### B. Rancangan Sistem yang Diusulkan

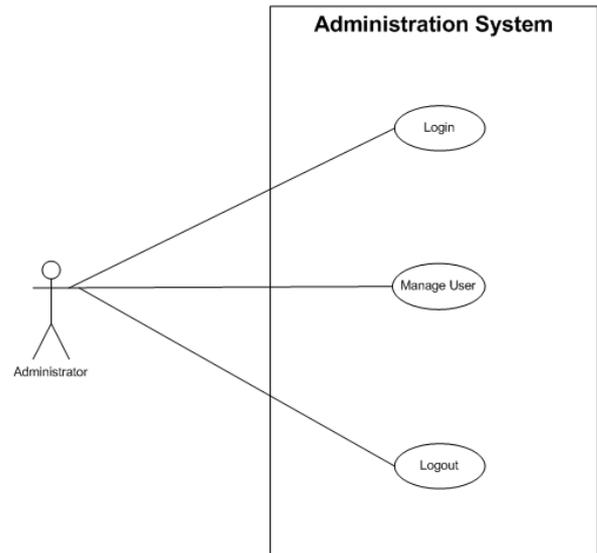
Tujuan dari perancangan perangkat lunak ini adalah agar perangkat lunak yang dibangun dapat terencana dengan rapi dan memiliki gambaran struktur yang jelas dan lengkap.

- 1) Perancangan Class Diagram; class diagram digunakan untuk mencari atribut, objek, dan operasi yang ada dalam system.

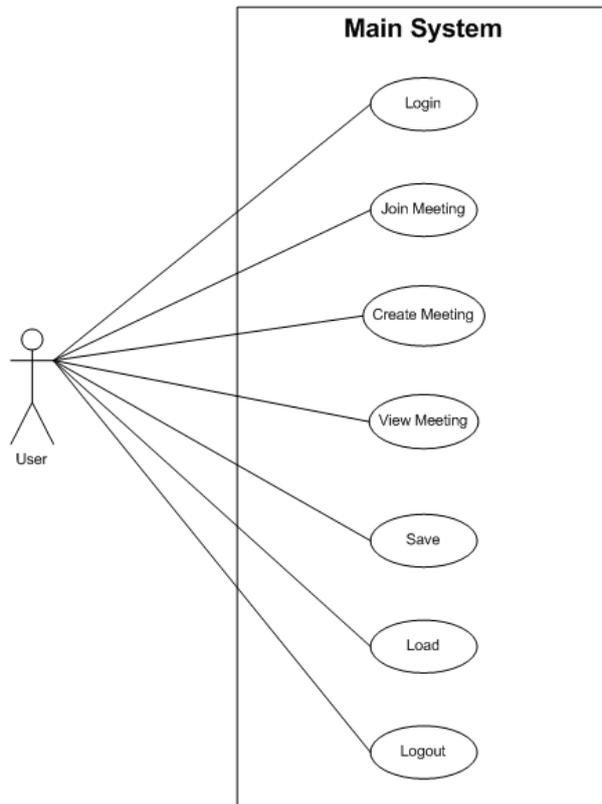


Gambar 3. Class Diagram

- 2) Perancangan Use Case; actor pengguna web pada aplikasi ini secara garis besar dibedakan menjadi dua yaitu sebagai Administrator dan User.

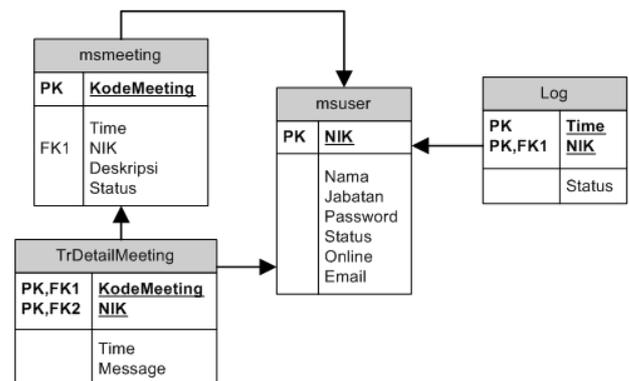


Gambar 5. Use Case (Administrator)



Gambar 4 Use Case (User)

- 3) Perancangan Database. Aplikasi e-meeting yang akan dikembangkan ini menggunakan 4 tabel dalam databasenya. Relasi antar tabel tersebut dapat dilihat pada ERD (Entity Relationship Diagram) pada gambar 6. Tabel MsMeeting digunakan untuk mencatat log dari setiap user yang menggunakan sistem ini berdasarkan NIK (Nomor Induk Karyawan). Tabel MsUser digunakan untuk menyimpan data karyawan pengguna aplikasi e-meeting ini. Data ini berfungsi untuk mengetahui detail kontak dari masing-masing karyawan tersebut, sedangkan tabel TrDetailMeeting digunakan untuk menyimpan dan menghubungkan data dari MsMeeting ke tabel MsUser. Tabel Log digunakan untuk menyimpan detail log user.



Gambar 6. Entity Relationship Diagram (ERD)

C. Evaluasi Sistem

Implementasi dilakukan sebelum evaluasi dilakukan. Adapun spesifikasi yang dibutuhkan untuk menjalankan aplikasi sebagai berikut :

1. Spesifikasi Hardware, minimum spesifikasi hardware yang diperlukan untuk komputer client yang digunakan adalah:

- Processor Pentium IV 1 GHz
- Memory 1 GB
- Hard Disk dengan kapasitas 80 GB
- Monitor dengan dukungan resolusi 1024x768

2. Spesifikasi Software, spesifikasi software yang diperlukan untuk komputer client adalah :

- Sistem Operasi Microsoft Windows 2000 atau XP
- Web Browser berupa Internet Explorer 5 / ke atas

Dalam tahap pengembangan tidak dibutuhkan jaringan tertentu seperti jaringan lokal, intranet, maupun internet. Karena dalam tahap ini aplikasi dapat dijalankan langsung pada komputer yang sekaligus bertindak sebagai server. Sedangkan dalam tahap implementasi, kebutuhan jaringan internet sangat mutlak diperlukan. Agar aplikasi dapat diakses oleh client dari mana saja dan kapan saja.

Untuk evaluasi, dilakukan ujicoba langsung ke dua orang pengguna di jurusan Teknik Informatika, yang kemudian disusun dengan wawancara. Berikut hasil evaluasi dari jawaban wawancara

- Bagaimana menurut anda sistem aplikasi ini ?  
Berdasarkan percobaan yang dilakukan, sistem aplikasi ini berjalan dengan baik dan cukup memiliki fungsi yang dapat digunakan untuk kegiatan e-meeting. Alur sistemnya pun sudah baik dan tidak membingungkan.
- Dari segi fitur, tampilan dan kemudahan apakah sudah memuaskan ?  
Fitur untuk saat ini sudah cukup, fitur doodle padnya cukup menarik, tetapi akan lebih baik jika ditambahkan lagi fitur seperti dukungan untuk format ppt, sehingga bisa digunakan juga untuk presentasi. Untuk tampilannya, cukup informatif walaupun sederhana.
- Apakah ada tambahan lagi untuk sistem ini ?  
Seandainya nanti kalau memungkinkan, kembangkan versi mobile juga mengingat akses internet sekarang sudah lebih mudah bahkan dari sebuah telepon genggam.

#### IV. SIMPULAN DAN SARAN

##### A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1) Aplikasi e-meeting yang diajukan ini merupakan alternatif yang bisa digunakan untuk seluruh staff jurusan Teknik Informatika BINUS UNIVERSITY dalam menyelenggarakan kegiatan meeting.

2) Aplikasi e-meeting yang dihasilkan mempunyai fitur yang cukup dalam menunjang kegiatan online meeting.

3) Dengan adanya aplikasi e-meeting ini diharapkan kegiatan meeting yang diadakan dapat menjadi lebih efektif dan efisien.

4) Fasilitas yang tersedia untuk Administrator memudahkan dalam mengontrol dan mengatur pengguna serta penggunaan aplikasi e-meeting ini.

##### B. Saran

Aplikasi yang telah dirancang ini masih memiliki beberapa hal yang dapat ditambahkan untuk menunjang perkembangan aplikasi ini, yaitu :

1) Sistem navigasi doodle pad pada aplikasi e-meeting ini masih perlu disempurnakan untuk meningkatkan fungsionalitasnya.

2) Penggunaan CSS pada aplikasi e-whiteboard ini agar dikembangkan lebih lanjut untuk menghasilkan tampilan yang lebih menarik.

3) Diharapkan kedepannya mempunyai dukungan terhadap format PDF untuk memudahkan sistem pengarsipan.

4) Jika dimungkinkan, dikembangkan versi mobile yang lebih kompak tetapi tidak kehilangan kemampuan utamanya.

5) Sistem penyimpanan gambar hasil doodle agar dapat dijadikan satu dalam arsip dengan format RAR

6) Untuk sistem meeting yang lebih handal dapat ditambahkan fungsi dengan dukungan suara dan video

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bauer, Fritz et al., "Software Engineering: A Report on a Conference Sponsored by NATOScience Committee", NATO, 1968.
- [2] Pressman, Roger S. Software Engineering, A Practitioner's Approach, New York, McGraw-Hill. 2010.
- [3] Sheiderman, Ben. Designing the user interface : strategies for effective human-computer interaction. 2nd Edition. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, 1998.
- [4] Connolly, Thomas and Begg, Carrolyn. Database System. A Practical Approach to Design, Implementation, and Management. 3rd Edition. Addison Walley. 2002.
- [5] Leiner, Berry M., Cerf, Vinton G., Clark, David D., Kahn, Robert E., Kleinrock, Leonard, Lynch, Daniel C., Postel, Jon, Roberts, Larry G., Wolff, Stephen. A Brief History of the Internet, <http://www.isoc.org/internet/brief.shtml>. 2003.

# Pengembangan Aplikasi Game “Fruitable” pada Android

Agustinna Yosanny  
School of Computer Science  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia  
ayosanny@binus.edu

Wendy Prawiro  
School of Computer Science  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia

**Abstract**—Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat sebuah game ber-genre action-adventure yang berbasis Android. Metodologi yang digunakan dalam penelitian adalah Waterfall Model, yang meliputi pengumpulan data dan analisis, desain berdasarkan hasil analisis, coding, implementasi, dan evaluasi. Hasil yang dicapai adalah sebuah game berjudul Fruitable yang ber-genre action-adventure dengan grafik 2 dimensi. Karakter game adalah buah-buahan dan sayur-sayuran yang dimainkan oleh satu player (single player) dan mengambil latar tempat di pulau-pulau yang serupa dengan pulau-pulau di Indonesia. Kesimpulannya adalah bahwa game ini menarik bagi pemain karena desain interface, karakter, dan gameplay yang baik.

**Keywords**-component;game, action-adventure, android

## I. PENDAHULUAN

Multimedia digunakan sebagai media penyampaian informasi yang efektif karena merupakan kombinasi dari elemen-elemen multimedia, yaitu teks, gambar, animasi, suara, dan video yang dimanipulasi secara digital atau terkomputerisasi [5]. Multimedia banyak diterapkan di segala bidang kehidupan, seperti pendidikan, kedokteran, entertainment, dan lain sebagainya.

Salah satu bentuk multimedia adalah game. Game merupakan suatu kegiatan dengan kontrol dari pemain dan dibatasi oleh aturan-aturan untuk menghasilkan suatu kondisi kalah atau menang dan bertahan sampai ke tujuan [3]. Game ber-genre action-adventure merupakan game petualangan dengan mengandung tantangan fisik dan konseptual. Sehingga game ber-genre action-adventure ini lebih menarik untuk dimainkan. Game ini juga dibuat dengan menambahkan kecerdasan buatan yang mendeskripsikan bagaimana kemampuan komputer dalam mengatasi pengguna yang dikontrol oleh komputer atau karakter untuk permainan yang muncul secara nyata bagi manusia [1].

Saat ini, game sudah menjadi bagian atau pelengkap di dalam sebuah mobile phone, salah satunya pada platform Android. Menurut survei yang dilakukan oleh ComScore, Inc. pada tahun 2011 pada masyarakat Amerika, memperoleh hasil bahwa smartphone berbasis Android menduduki pangsa pasar sebesar 38% dan terus meningkat [2].

Salah satu keunggulan Android adalah multitasking yang memungkinkan untuk menjalankan beberapa aplikasi sekaligus

dan custom home screen yang memudahkan dalam notifikasi, email, pesan, dan lainnya. Android juga menyediakan fasilitas untuk developer dalam mempublikasi aplikasi yang dibuatnya yaitu melalui Android Market [4].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat sebuah aplikasi game sidescrolling dengan genre action-adventure yang dijalankan pada smartphone Android. Game dirancang dengan grafik dua dimensi, dengan tema fantasi dan menggunakan karakter buah-buahan dan sayur-sayuran.

Berdasarkan hasil survei kepada komunitas pengguna Android dan analisis aplikasi sejenis, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Pengguna smartphone Android mempunyai game di dalam smartphonanya dimana game tersebut dimainkan dengan tujuan untuk mengisi waktu luang dan sebagai hiburan. Oleh karena itu, pengguna menginginkan game dengan durasi yang pendek.
2. Pengguna smartphone Android menginginkan game dengan gameplay yang menarik (campuran cerita fantasi dan real), mempunyai latar belakang cerita tentang kepahlawanan dan tempat di pulau-pulau.

## II. METODE PENELITIAN

Metode pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Waterfall model. Menurut Pressman (2010), waterfall model menyarankan pendekatan yang sistematis dan sekuensial dalam pengembangan perangkat lunak.

Beberapa tahapan dalam *waterfall model* antara lain:

- a. *Communication*. Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data berupa survei terhadap komunitas pengguna smartphone Android untuk mengetahui kebutuhan pengguna terhadap game Android, mengumpulkan beberapa game sejenis, dan studi pustaka. Pengumpulan data ini digunakan untuk mengetahui kesesuaian tujuan dari pembuatan aplikasi dan mengetahui kebutuhan pengguna terhadap aplikasi ini.
- b. *Planning*. Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap hasil tahap sebelumnya, yang kemudian dibuat sebuah perencanaan dalam pembuatan aplikasi. Pada perencanaan ini menjelaskan bagaimana aplikasi bekerja, resiko yang

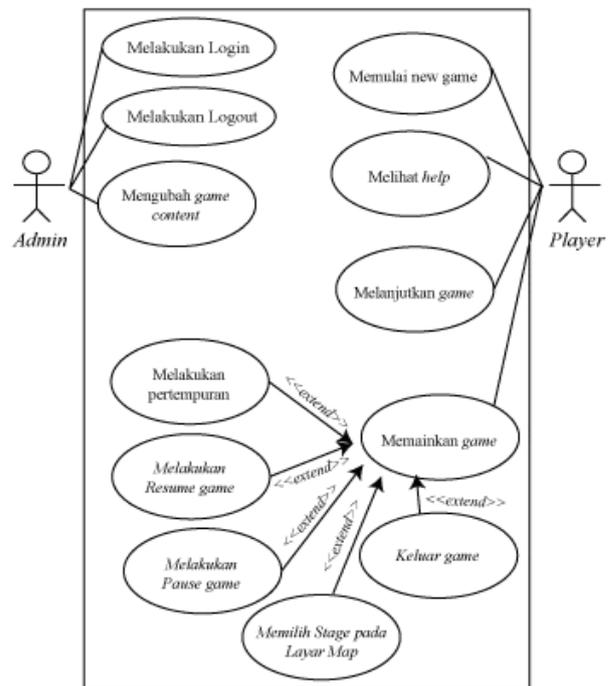
- mungkin terjadi, sumber daya yang dibutuhkan, dan jadwal kerja.
- c. *Modelling*. Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem dengan memperlihatkan fungsi-fungsi dari aplikasi yang akan dibangun dan perancangan *user interface*.
  - d. *Construction*. Pada tahap ini, dilakukan penerjemahan dari hasil perancangan ke dalam bahasa pemrograman yang telah ditentukan dan pengujian terhadap kesalahan didalam pengkodean.
  - e. *Deployment*. Pada tahap ini, dilakukan implementasi game terhadap komunitas pengguna smartphone Android dan kemudian akan dilanjutkan dengan evaluasi.

### III. PERANCANGAN

Berdasarkan analisis kebutuhan pengguna, maka dirancanglah sebuah game dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Game ber-genre action-adventure yang memungkinkan pengguna untuk memiliki pertualangan dan tantangan di dalam permainan.
- Game dirancang dengan cerita fantasi dan real dimana menggunakan karakter buah-buahan dan sayur-sayuran
- Game bertema kepahlawanan dengan latar belakang tempat berupa pulau-pulau yang bentuk dan namanya menyerupai kepulauan di Indonesia.
- Game dibuat dengan tujuan untuk mengisi waktu luang dan sebagai saran hiburan serta untuk melatih koordinasi antara syaraf motorik, sensorik, dan gerak refleks. Sehingga waktu permainan dibuat dengan durasi yang tidak lama.

Berikut merupakan perancangan sistem untuk game "Fruitable".



Gambar 1. Use Case Diagram

Dalam game sidescrolling ini, pengguna akan bermain sebagai karakter utama yang berbentuk apple dimana akan melawan karakter-karakter musuh. Pada akhir setiap stage, karakter apple akan dihadapkan pada karakter bos musuh.

Game balancing pada game "Fruitable" ini terdapat pada life point dan damage dari setiap karakter yang berperan di dalam game ini. Pada saat pertama kali game ini dimulai, karakter apple mempunyai 10 life dengan 100 health point untuk masing-masing life. Setiap kali karakter utama berkoalisi dengan karakter musuh atau tertembak peluru dari karakter musuh, maka akan mengurangi health point dari karakter apple tersebut. Apabila health point dari karakter apple sudah habis, maka akan mengurangi life point yang dimiliki oleh karakter apple tersebut untuk mendapatkan full health point kembali.

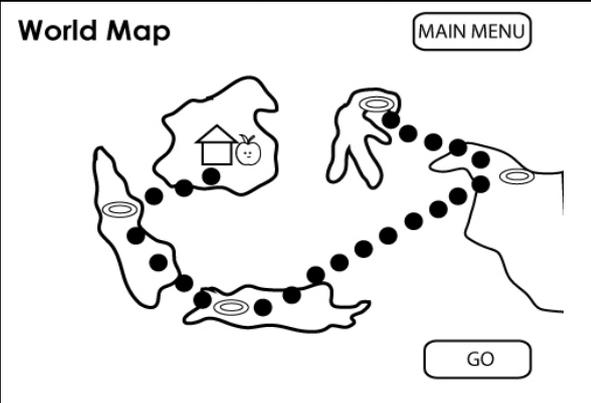
Berikut adalah tabel life point dan damage dari setiap musuh dalam game ini.

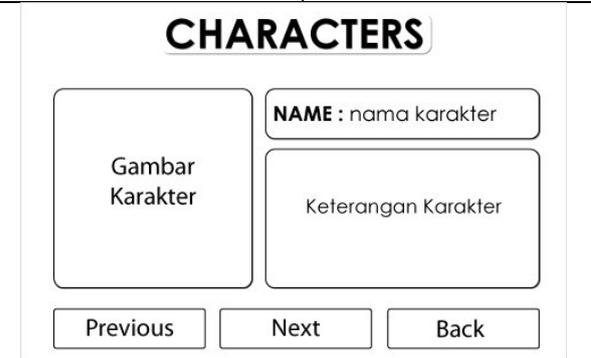
Table 3.1 Daftar Keterangan Status Karakter Musuh

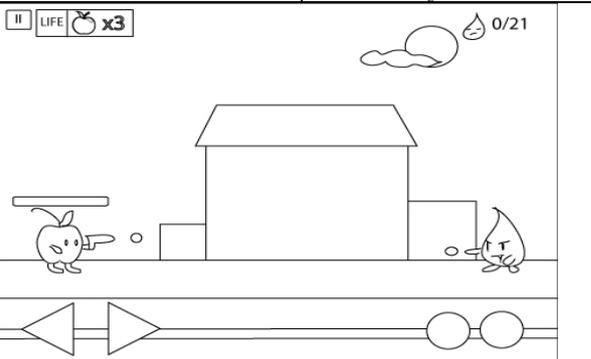
Nama	Life Point	Senjata	Damage	Attack Speed
Pare Army	10	Green Gun	10	100
Red Onion Army	20	Red Gun	10	130
Sneaky Army	30	Black Gun	10	160
Pare (Boss Stage 1)	100	Big Green Gun	20	150
Red Onion (Boss Stage 2)	200	Big Red Gun	20	200
Sneakyskin (Final Boss)	300	Big Black Gun	30	250

Berikut merupakan perancangan storyboard dari aplikasi game yang akan dikembangkan:

Multimedia Storyboard	
Project: Fruitable	
Screen: 2 of 14	Screen ID: <i>main menu</i>
	
Screen Description: Halaman ini adalah halaman utama dari <i>game</i> , berisi akses ke sebagian besar halaman lainnya. Halaman ini berisi beberapa <i>button</i> di tengah dan musik pengiring.	
Link From Screen ID: <i>splashscreen</i>	Link to Screen ID: <i>new game, map, help</i>
Color Scheme: biru (#273F7B), hijau (#B0B743).	
Text Attributes: Menu – Century Gothic, 15, hitam (#000000)	
Still Images: Gambar <i>Background</i> (.jpg), <i>Button</i> (.png)	
Audio: backgroundmusic (.mp3)	
Video: -	
Animation: -	

Multimedia Storyboard	
Project: Fruitable	
Screen: 5 of 14	Screen ID: <i>map</i>
	
Screen Description: Halaman ini adalah halaman yang digunakan untuk memilih <i>stage</i> .	
Link From Screen ID: <i>new game, main menu, stage 3</i>	Link to Screen ID: <i>main menu, loading scene, intro characters</i>
Color Scheme: biru (#273F7B), hijau (#44693D)	
Text Attributes: -	
Still Images: Gambar <i>background map</i> (.jpg), <i>button main menu, go</i> (.png)	
Audio: backgroundmusic (.mp3)	
Video: -	
Animation: -	

Multimedia Storyboard	
Project: Fruitable	
Screen: 6 of 14	Screen ID: <i>intro characters</i>
	
Screen Description: Halaman ini adalah halaman yang memberi informasi tentang karakter yang terdapat pada <i>stage</i> .	
Link From Screen ID: <i>map</i>	Link to Screen ID: <i>map</i>
Color Scheme: coklat (#273F7B)	
Text Attributes:	
Still Images: Gambar <i>karakter</i> (.png), <i>button previous, next, back</i> (.png)	
Audio: backgroundmusic (.mp3)	
Video: -	
Animation: -	

Multimedia Storyboard	
Project: Fruitable	
Screen: 7 of 14	Screen ID: <i>stage 1</i>
	
Screen Description: Halaman ini adalah halaman <i>stage 1</i> dimainkan dan pertempuran akan dilakukan.	
Link From Screen ID: <i>loading scene</i>	Link to Screen ID: <i>victory, game over</i>
Color Scheme: oranye (#F7A14A), Coklat(#4F331E), hijau(#3AB54B)	
Text Attributes: Century Gothic, 15, hitam (#000000)	
Still Images: Gambar <i>background</i> (.jpg), <i>Karakter</i> (.png), <i>Controller</i> (.png), <i>Gambar Life, Health Bar</i> (.png), <i>Button Pause</i> (.png)	
Audio: musicstage (.mp3)	
Video: -	
Animation: Animasi melompat, menembak, berjalan.	

Multimedia Storyboard	
Project: Fruitable	Date: 01 Desember 2011
Screen: 13 of 14	Screen ID: help
Screen Description: Halaman ini berupa <i>screenshot</i> layar permainan beserta petunjuk-petunjuk tombol permainan yang membantu <i>player</i> mengenal cara bermain game ini.	
Link From Screen ID: <i>main menu</i>	Link to Screen ID: <i>main menu</i>
Color Scheme: Biru(#283890), Coklat(#4F331E), hijau(#3AB54B), kuning (#F6EF2F)	
Text Attributes: Life – Century Gothic, 15, hitam (#000000)	
Still Images: Gambar <i>Screenshot</i> (.jpg), <i>Button Back</i> (.png)	
Audio: -	
Video: -	
Animation: -	

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Agar aplikasi dapat dijalankan dengan baik, maka perlu diperhatikan spesifikasi piranti keras dan lunak yang digunakan. Spesifikasi piranti keras yang digunakan adalah smartphone Android yang memiliki fitur multitouch, free space internal memory sebesar 20MB, dan layar touch screen sebesar 3,2 inch. Sedangkan piranti lunak yang digunakan adalah sistem operasi Android minimal versi 2.1 dan aplikasi game Android “Fruitable.apk”.

Cara menginstall aplikasi game Fruitable adalah dengan mengcopy file “Fruitable.apk” pada memory card, kemudian tekan tombol install. Selanjutnya tunggu sampai muncul pesan bahwa aplikasi sudah terinstall.

Setelah aplikasi terinstall, pengguna hanya perlu memilih icon game Fruitable untuk menjalankan aplikasi. Saat aplikasi dijalankan, maka akan muncul splash screen, yang kemudian dilanjutkan dengan menu utama dari game.



Gambar 2. Menu utama game Fruitable

Pada tampilan menu, terdapat tiga menu utama, yaitu New Game, Load Game, dan Help. New Game digunakan untuk memulai permainan baru. Load Game digunakan untuk membuka dan melanjutkan permainan yang telah disimpan sebelumnya. Help digunakan untuk membantu pengguna dalam menjalankan aplikasi game ini.

Pada saat pengguna memilih tombol New Game, maka akan muncul sebuah video yang berisi tentang cerita dari game ini, dimana pengguna dapat menekan tombol “skip” untuk melewati cerita tersebut. Selanjutnya akan berganti ke layar Map.



Gambar 3. Layar Map

Layar ini berisi peta yang menggambarkan lima pulau, dimana empat pulau mewakili stage yang ada dalam game dan satu pulau (pulau yang serupa dengan pulau Kalimantan) sebagai titik awal permainan dimana pengguna dapat melihat informasi tentang setiap karakter yang ada dalam permainan ini.

Pada awal permainan, pengguna hanya dapat memilih Stage 1 yaitu pulau pertama yang berada di sebelah kiri layar. Stage berikutnya dapat dimainkan apabila pengguna berhasil menyelesaikan permainan pada stage sebelumnya.

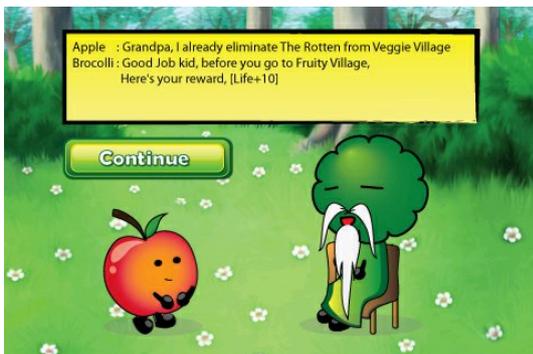


Gambar 4. Layar Stage

Pada layar stage, terdapat dua tombol panah yaitu panah kiri dan kanan, yang berguna untuk menjalankan karakter sesuai dengan arah panah yang ditekan. Selain itu juga terdapat dua lingkaran warna biru dan merah, dimana lingkaran biru berfungsi untuk melompat dan lingkaran merah berfungsi untuk menembak musuh.

Di atas karakter apel terdapat health bar yang menandakan health point yang dimiliki. Health point akan berkurang jika tertembak musuh. Dan pada bagian kiri atas layar terdapat jumlah life yang dimiliki dimana jumlah life akan berkurang apabila health point nya sudah habis. Sedangkan di bagian kanan atas layar terdapat jumlah musuh yang harus dihadapi sebelum menghadapi bos musuh.

Stage akan berakhir dengan kondisi menang apabila pengguna berhasil melawan semua musuh dan bos musuh tanpa menghabiskan jumlah life yang ada. Setelah memenangkan sebuah stage, maka pengguna dapat melanjutkan permainan ke stage berikutnya dan mendapatkan reward berupa tambahan life sebanyak 10 life. Sedangkan stage akan berakhir dengan kondisi kalah apabila pengguna tidak berhasil melawan keseluruhan musuh termasuk bos musuh.



Gambar 5. Layar Victory



Gambar 6. Layar Game Over

Apabila pengguna memilih menu Load Game, maka pengguna akan langsung dihadapkan dengan layar Map, dimana tampilan layar Map sesuai dengan kondisi terakhir pada saat pengguna memainkan game ini.

Pengguna juga dapat memilih menu Help apabila pengguna menemukan kesulitan dalam memainkan game ini. Berikut tampilan layar Help.



Gambar 7. Layar Help

Setelah pengguna berhasil mengalahkan bos musuh yang terakhir, maka akan ditampilkan final cut-scene yang menandakan bahwa pengguna telah berhasil menamatkan game ini.

Untuk pengembang, disediakan pula aplikasi yang dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi game Fruitable ini.

Pertama kali, pengembang perlu melakukan LogIn dengan mengisi username dan password untuk masuk ke dalam aplikasi back-end.



Gambar 8. Layar LogIn

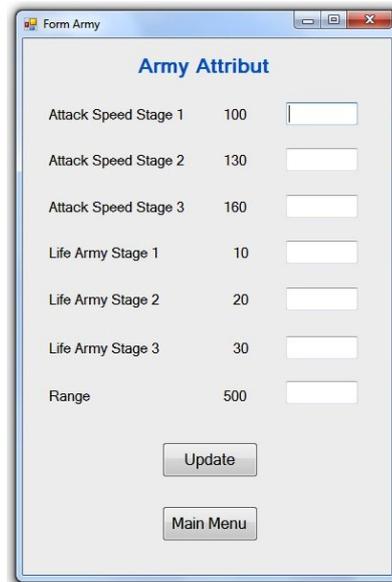
Pengembang dapat melakukan tiga hal dalam aplikasi backend ini, yaitu Edit Player, Edit Army, dan Edit Boss.

Jika pengembang memilih Edit Player, maka pengembang dapat mengganti atribut player dalam game Fruitable ini, yang meliputi: damage (besarnya serangan yang dapat dihasilkan oleh player), movement speed (kecepatan berjalan dari player), attack speed (kecepatan tembakan dari player), dan range serangan player.



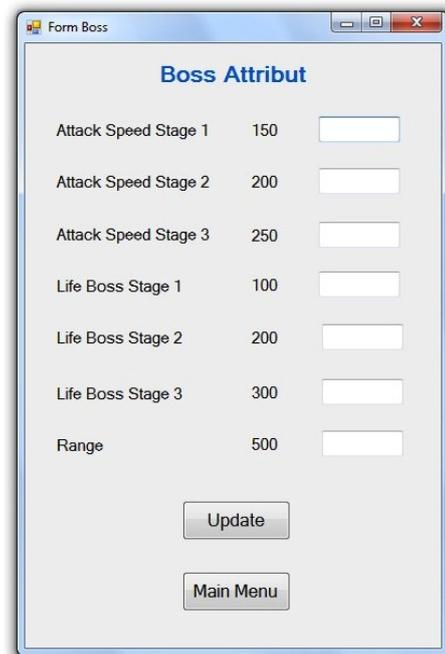
Gambar 9. Layar Edit Player

Selain itu, pengembang juga dapat mengubah atribut dari musuh dengan memilih menu Edit Army. Atribut yang dapat diubah adalah attack speed (menentukan kecepatan serang musuh), life army (menentukan jumlah life dari musuh), dan range serangan musuh.



Gambar 10. Layar Edit Army

Hal yang sama juga dapat dilakukan oleh pengembang terhadap atribut bos, dimana pada bos terdapat atribut yang sama dengan atribut army.



Gambar 11. Layar Edit Boss

## V. SIMPULAN

Simpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Game Fruitable ini merupakan game casual yang dapat dimainkan dalam waktu yang pendek dan dapat digunakan sebagai pengisi waktu luang dan hiburan.
2. Game Fruitable ini merupakan game action-adventure yang memadukan unsur petualangan dan tantangan.
3. Game Fruitable ini dimainkan pada smartphone Android yang sedang berkembang pesat dan memudahkan untuk dimainkan tanpa batasan waktu dan tempat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heni, M., & Beckermann, A. „Open Source Game Development : Qt Games for KDE, PDAs, and Windows“. Hingham, Massachusetts: Charles River Media, Inc, 2006.
- [2] Liu, Rue. “ComScore: Android Nears 44% of US Smartphone Market Share”. <http://www.slashgear.com/comscore-android-nears-44-of-us-smartphone-market-share-05185688/>, 2011.
- [3] Schell, Jesse. “The Art of Game Design”. Amsterdam: Elsevier, 2008.
- [4] Utami, Endah T. “Kupas Tuntas Android dari Nol Sampai Mahir”. Jakarta Timur: Gudang Ilmu, 2011.
- [5] Vaughan, Tay. “Multimedia: Making It Work”. 8<sup>th</sup> edition. New York: McGraw-Hill, 2011.

# Aplikasi Online Shopping Berbasis Website, Android dan iOS

## Studi Kasus PT. Moonlay Technologies

Michael Yoseph Ricky, S.Kom., MM, William Limy, Erwin Andreas, Christian Hadianto  
School of Computer Science, BINUS University  
Jl. K.H Syahdan No. 9 Palmerah, Jakarta Barat  
mricky@binus.edu

**Abstract**— Tujuan dari penelitian ini ialah membuat aplikasi *online shopping* berbasis website, Android, dan iOS dengan fitur *catalog product (view, rating, image gallery)*, *shopping cart*, *testimonial*, *suggestion*, dan *admin panel*. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi pustaka dengan membaca buku-buku literatur serta karangan lain yang berkaitan dengan permasalahan yang ada di dalam perusahaan dan metode Agile dengan model proses Extreme Programming untuk proses analisa dan pembuatan aplikasinya. Hasil yang dicapai adalah menghasilkan aplikasi *online shopping* dengan fitur-fitur, yaitu *catalog product*, *shopping cart*, *rating*, *testimonial*, *suggestion*, dan *admin panel* sudah berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan PT Moonlay Technologies.

**Kata kunci** : Aplikasi Online Shopping, Android, iOS, Appcelerator Titanium, ASP.NET.

### I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, penggunaan internet di Indonesia dan dunia pada umumnya terus bertambah, bahkan sudah menjadi sebuah gaya hidup bagi sebagian penduduk dunia. Hal ini tentu memberikan dampak bagi pola hidup manusia, termasuk diantaranya interaksi jual beli. Istilah *online shopping* kini sudah tidak lagi asing kita dengar. Dengan semakin membaiknya pelayanan dan kepercayaan yang diberikan oleh para pelaku *online shopping*, semakin banyak pula masyarakat yang menggunakan layanan ini. Kini *online shopping* tidak lagi dominan dilakukan oleh para penjual besar tetapi para penjual dari kalangan kecil dan menengah juga mulai menerapkan sistem *online shopping* ini, bahkan mereka menggunakan fasilitas forum-forum maupun situs jejaring sosial untuk melakukan proses jual beli secara *online*.

Perkembangan internet yang semakin pesat juga diikuti dengan perkembangan teknologi *mobile* yang semakin pesat. Kini hampir di setiap lapisan masyarakat memiliki *smartphone*, *computer tablet* dan perangkat *mobile* lainnya[4]. Perangkat *mobile* tersebut tidak lagi menjadi barang mewah, kini perangkat-perangkat tersebut sudah menjadi kebutuhan dan menjadi alat untuk menunjang aktivitas. Apalagi kini perangkat *mobile* sudah bisa melakukan koneksi internet yang setara dengan komputer personal, sehingga dapat menjadi perangkat yang multifungsi. Tidak hanya berkomunikasi melalui

panggilan suara atau pesan singkat, perangkat *mobile* kini bisa digunakan untuk *chatting*, *browsing*, membuka email, dan sebagainya[4].

Meningkatnya perkembangan perangkat *mobile* pada sekarang ini juga diikuti dengan meningkatnya teknologi *hardware* dan *software* pendukungnya. Salah satu contoh pada *hardware*, adalah teknologi *touchscreen* yang dulu mungkin hanya ada pada perangkat *mobile* berharga sangat mahal kini perangkat *mobile* dengan harga dua jutaan pun bisa mendapatkan teknologi tersebut. Tidak hanya pada kecanggihannya pada *hardware*-nya tetapi juga terhadap *software* yang ditanamkan di dalamnya. *Software* tersebut tidak terbatas pada aplikasi tunggal yang ada, tetapi juga sistem operasi sebagai wadah aplikasi-aplikasi tersebut berjalan. Blackberry, Android, iOS, dan Symbian adalah beberapa nama sistem operasi pada perangkat *mobile* yang kini mendominasi pasaran. Pada tahun 2011 di Amerika Serikat, *smartphone* berbasis sistem operasi Android merebut pangsa pasar mencapai 33 persen[3]. Itu artinya, 1 dari 3 *smartphone* yang terjual adalah *smartphone* berbasis Android. Oleh karena itu, kini pada *developer* pemrograman mulai berlomba-lomba membuat aplikasi yang dapat berjalan di sistem operasi tersebut karena peluang yang besar untuk mendapatkan penghasilan dari sana.

Dengan alasan tersebut, PT. Moonlay Technologies menangkap peluang yang sangat besar untuk membuat suatu aplikasi *online shopping* yang bisa berjalan di *website* dan juga bisa berjalan di aplikasi *mobile*. Peluang tersebut dalam bentuk penjangkauan pasar yang lebih luas bagi mereka yang ingin berjualan *online*. Jadi tidak hanya melalui komputer personal saja para calon pembeli bisa melakukan transaksi *online*, tetapi juga dapat dilakukan melalui *smartphone*. Dalam penelitian ini menggunakan *website* berbasis ASP.NET MVC 2 dan aplikasi *mobile* berbasis Android dan iOS, serta *tools* Appcelerator Titanium untuk mengkonversikan *website online shopping* ke dalam bentuk aplikasi *mobile native*[6].

### II. ANDROID

Android adalah sistem operasi berbasis kernel linux yang dirancang khusus oleh Google untuk perangkat *mobile*.

Android bersifat *open source* sehingga para *developer* bisa mengembangkan aplikasi-aplikasi untuk Android secara bebas tanpa terkendala lisensi tertentu[7]. Google pun memberikan akses yang luas kepada para developer untuk menggunakan *tools* dan *library* yang dapat digunakan untuk mengembangkan aplikasi-aplikasi di dalam Android. Tidak hanya memberikan kebebasan kepada para pengembang, Google juga memberikan kebebasan kepada para pabrikan perangkat *mobile* yang ingin menggunakan sistem ini secara bebas pada perangkat buatan mereka.

Android memiliki sejumlah pembaharuan semenjak rilis aslinya. Pembaharuan ini dilakukan untuk memperbaiki bug dan menambah fitur-fitur yang baru. Berikut merupakan versi-versi yang dimiliki Android hingga saat ini[7]:

- Android versi 1.1

Pada tanggal 9 Februari 2009, Google merilis Android versi 1.1 yang dilengkapi dengan pembaruan estetis pada aplikasi, jam alarm, pencarian suara, pengiriman pesan dengan Gmail, dan pemberitahuan email.

- Android versi 1.5 (Cupcake)

Pada tanggal 30 April 2009 Android versi 1.5 sudah dirilis. Android versi ini didasarkan pada Linux Kernel 2.6.27 dan terdapat beberapa pembaharuan antar muka pengguna serta penambahan beberapa fitur dalam Android versi 1.5. Pembaharuan yang dilakukan yaitu kemampuan untuk merekam dan menonton video dengan modus kamera, mengunggah video ke YouTube dan gambar ke Picasa langsung dari telepon, dukungan Bluetooth Advanced Audio Distribution Profile (A2DP) dan Audio/Video Remote Control Profile (AVRCP), kemampuan terhubung secara otomatis ke headset Bluetooth dalam jarak tertentu, *widgets* dan *folder* yang baru yang dapat ditambahkan ke dalam layar utama, transisi animasi layar dan *keyboard* pada layar yang dapat disesuaikan dengan sistem

- Android versi 1.6 (Donut)

Pada tanggal 15 September 2009 Android versi 1.6 sudah dirilis. Android versi ini didasarkan pada Linux Kernel 2.6.29. Pembaharuan yang dilakukan yaitu Android Market yang sudah diimprovisasi, kamera, perekam video, dan antarmuka galeri yang terintegrasi, galeri memungkinkan pengguna untuk memilih banyak gambar yang akan dihapus, *voice search* yang sudah diperbaharui, fasilitas pencarian yang sudah diperbaharui, yang memungkinkan pencarian bookmark, history, dan web dari layar utama, teknologi yang mendukung Code Division Multiple Access/Evolution Data Only (CDMA/EVDO), 802.1x, Virtual Private Network (VPN), *text-to-speech engine* serta kemampuan *dial contact*, dukungan resolusi layar Wide Video Graphics Array (WVGA), kecepatan pencarian yang meningkat.

- Android versi 2.0/2.1 (Éclair)

Pada tanggal 26 Oktober 2009 Android versi 2.0 sudah dirilis. Android versi ini didasarkan pada Linux Kernel 2.6.29.

Pembaharuan yang dilakukan yaitu pengoptimalan kecepatan perangkat keras, dukungan untuk resolusi dan ukuran layar, perubahan antar muka pengguna dengan *browser* baru dan dukungan HTML5, tampilan daftar kontak yang telah diperbaharui, rasio latar belakang (hitam dan putih) yang lebih baik, peningkatan Google Maps 3.1.2, Microsoft Exchange support, dukungan flash untuk kamera, digital zoom, bluetooth 2.1, *live wallpaper*, kelas Motion Event ditambahkan untuk mendeteksi *event* yang digunakan di dalam Multi Touch.

- Android versi 2.2 (Froyo)

Pada tanggal 20 Mei 2010 Android versi 2.2 sudah dirilis. Android versi ini didasarkan pada Linux Kernel 2.6.32. Pembaharuan yang dilakukan yaitu optimisasi kecepatan sistem operasi Android, memori dan performa, perbaikan kecepatan aplikasi tambahan dalam implementasi Just In Time (JIT), integrasi dari JavaScript V8 Chrome ke dalam aplikasi *browser*, peningkatan dukungan Microsoft Exchange seperti kebijakan keamanan, *auto discovery* dan sinkronisasi kalender, peningkatan penginstalan aplikasi yang memungkinkan adanya *shortcut* pada ponsel, fungsionalitas USB Tethering dan *portable hotspot*, penambahan pilihan untuk menonaktifkan akses data sepanjang jaringan ponsel, pembaharuan aplikasi Market dengan fitur pembaharuan secara otomatis, waktu peralihan yang singkat antara *autotext* dan kamus yang dimilikinya, pengiriman kontak melalui Bluetooth, dukungan *password numerik* dan *alpha numeric*, dukungan untuk melakukan pengunggahan file pada aplikasi *browser*, dan dukungan Adobe Flash 10.1.

### III. iOS

iOS adalah sistem operasi *mobile* yang dibuat oleh Apple. iOS dikhususkan untuk perangkat *mobile* khusus buatan Apple seperti iPhone, iPod Touch dan iPad walaupun pada awal kemunculannya, iOS hanya dibuat untuk iPhone[8].

Awal kemunculan iOS, dimulai pada tanggal 9 Januari 2007, yaitu pada saat peluncuran iPhone untuk pertama kalinya. Pada awalnya, Apple tidak menyebut langsung bahwa iPhone memakai iOS tetapi hanya menyebutkan bahwa iPhone memakai OS X. Pada 6 Maret 2008, Apple merilis versi beta pertama dari Software Development Kit (SDK) untuk iPhone, disertai juga nama baru sistem operasi yang dipakai yaitu 'iPhone OS'. Pada September 2008, Apple merilis iPod Touch yang memakai sistem operasi yang sama dengan yang dipakai iPhone. Pada tanggal 27 Januari 2010, Apple merilis iPad, sebuah komputer tablet yang juga memakai sistem operasi yang sama dengan iPhone dan iPod Touch. Pada Juni 2010, Apple mengubah nama 'iPhone OS' menjadi iOS. Pemakaian nama ini sempat terkendala dengan masalah hak cipta karena kata iOS sudah dipakai terlebih dahulu oleh Cisco. Akhirnya, Apple pun membeli hak cipta nama iOS dari Cisco. Nama iOS pun dipakai hingga kini untuk penamaan sistem operasi yang dipakai dalam perangkat *mobile* buatan Apple.

### A. Multitasking

Keunikan fitur *multitasking* pada iOS adalah ketika kita menjalankan satu aplikasi dan kemudian menjalankan aplikasi yang lain maka aplikasi yang pertama kita buka akan dihentikan sementara oleh sistem di dalam iOS. Tidak seperti fitur *multitasking* lainnya, yang tetap menjalankan fitur di dalam proses *background*. Hal ini sangat berpengaruh pada penggunaan baterai yang lebih irit.

### B. Folder System

iOS menggunakan sistem folder yang mirip dengan sistem operasi pada desktop. User bisa menggunakan fasilitas *drag and drop* untuk membuat suatu *folder*.

### C. Game Centre

Jaringan sosial multi pemain yang dibuat khusus oleh Apple untuk dipakai di dalam iOS.

## IV. APPCELERATOR TITANIUM

Appcelerator adalah *platform* untuk melakukan pengembangan aplikasi *mobile*, *tablet* atau *desktop* dengan menggunakan teknologi web. Appcelerator Titanium dikembangkan oleh Appcelerator Inc. dan diperkenalkan pada bulan Desember 2008. Pada bulan juni 2009, Appcelerator Titanium sudah bisa digunakan untuk pengembangan aplikasi berbasis iOS dan Android. Pada bulan April 2010, sudah bisa digunakan untuk mengembangkan aplikasi di iPad dan pada Juni 2010, sudah bisa digunakan untuk mengembangkan aplikasi berbasis Blackberry[8].

Appcelerator Titanium adalah salah satu solusi kerangka kerja untuk web dan *mobile* yang memungkinkan para pengembang web[1,5] untuk menggunakan kemampuan mereka dalam mengembangkan web dalam membuat aplikasi *native* untuk iOS dan Android. Kemampuan di bidang web itu adalah kemampuan dalam memakai sintaks-sintaks JavaScript. Sintaks-sintaks yang digunakan di dalam Appcelerator Titanium memang sintaks JavaScript dengan modifikasi pada bagian tertentu. Hal ini mempermudah para pengembang aplikasi untuk membuat aplikasi untuk iOS sekaligus Android tanpa harus belajar bahasa pemrograman Objective C atau Java. *Software* yang digunakan adalah Appcelerator Titanium Studio, sekilas dari segi tampilan mirip dengan Eclipse, *software* untuk mengembangkan aplikasi Java.

## V. METODE YANG DIUSULKAN

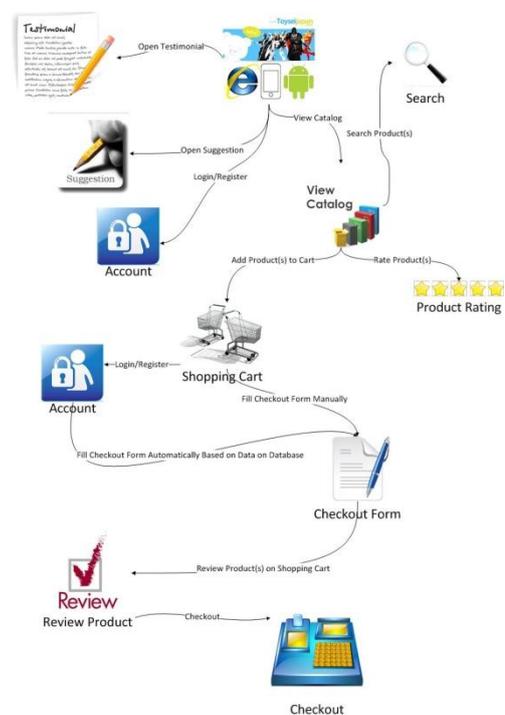
### A. Extreme Programming

Dalam proses analisa hingga perancangan aplikasi *online shopping*, metode yang digunakan adalah metode Agile dengan model proses Extreme Programming.

*Extreme programming* adalah salah satu dari metodologi yang dikembangkan dari inti, prinsip, dan praktek dari Agile Software development sehingga didapatkan suatu cara untuk mengembangkan *software* dengan efektif dan efisien. Inti dari *extreme programming* adalah menangani setiap perubahan yang secara alami muncul ketika mengembangkan suatu *software*[10].

Aktivitas-aktivitas yang dilakukan dalam metodologi ini:

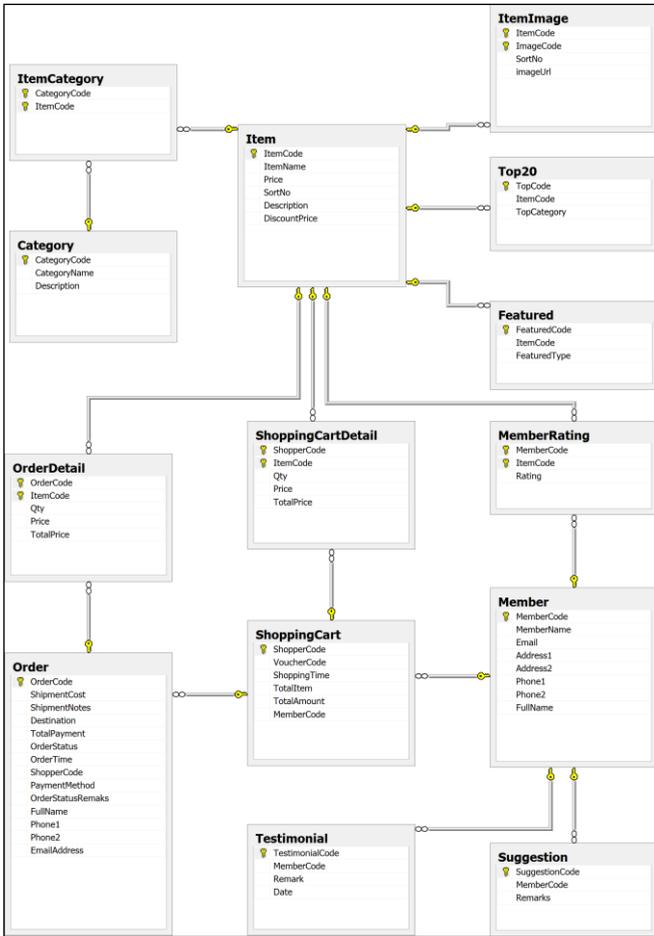
- Aktivitas Perencanaan meliputi pengumpulan kebutuhan user dalam hal ini adalah PT Moonlay Technologies
- Aktivitas Desain, meliputi proses perancangan awal sistem dengan menggunakan UML (*Unified Modeling Language*) berupa perancangan *use case*, *class diagram*, *sequence diagram*, dan *activity diagram*, serta pembuatan *storyboard*.
- Aktivitas Pengkodean: *pair programming*, pembagian tugas dalam proses pengkodean. Tools yang digunakan adalah Microsoft Visual Studio 2010 dan Appcelerator Titanium.
- Aktivitas Pengujian: *ongoing test*, pengujian dilakukan secara bersamaan dengan aktivitas pengkodean.



Gambar 1. Rich Picture Online Shopping

**B. Perancangan Basis Data**

Perancangan dimulai dari perancangan basis data dengan menggunakan perancangan konseptual, logical, dan fisik[2].



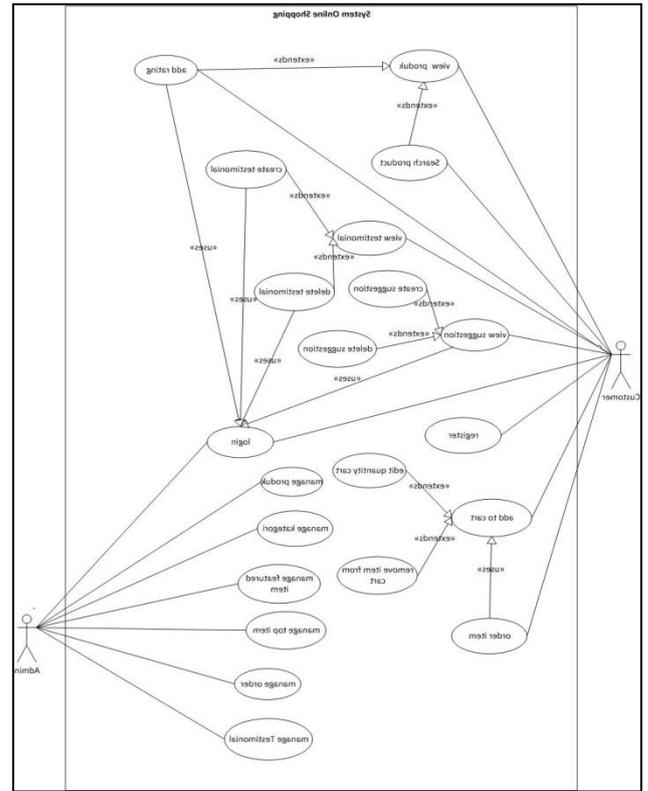
Gambar 2. Entity Relationship Diagram Online Shopping

**C. Perancangan Sistem**

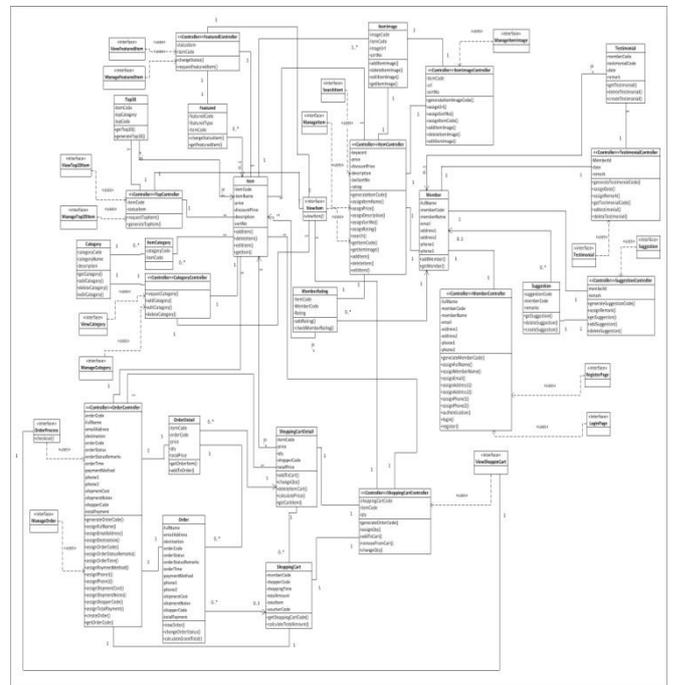
Perancangan sistem akan dibangun akan digambarkan dengan menggunakan Unified Modeling Language (UML). *Use case diagram* adalah sebuah diagram yang digunakan untuk menggambarkan konteks dari sebuah sistem yang akan dibuat dan menggambarkan fungsi-fungsi yang disediakan oleh sistem tersebut. Interaksi antar aktor tidak diperlihatkan dalam *use case diagram*. Interaksi yang diperlihatkan adalah antara aktor dengan sistem[9].

*Class Diagram* merupakan bagian dari notasi *object oriented design*, digunakan untuk memperlihatkan *class* yang ada di dalam sistem dan hubungan *class* tersebut di dalam sistem. *Class diagram* merepresentasikan keseluruhan atau sebagian struktur *class* di dalam sistem[9].

Secara singkatnya, *class diagram* menunjukkan kelas-kelas pada sebuah sistem lengkap dengan operasi dan atribut di dalam kelas tersebut.



Gambar 3. Usecase Diagram Online Shopping



Gambar 4. Class Diagram

Gambar 4. Class Diagram Online Shopping

**D. Implementasi**

Proses perancangan program menggunakan alur *Software Development Life Cycle* (SDLC). Perangkat lunak yang digunakan untuk pengembangan *website online shopping* dan aplikasi *mobile* berbasis Android dan iOS yaitu ASP.NET MVC 2, Microsoft Visual Studio 2010 sementara untuk aplikasi Mobile Android dan iOS dibutuhkan Android SDK, Iphone SDK, Java Development Kit, dan Appcelerator Titanium Studio.



Gambar 5. Pengembangan aplikasi menggunakan Titanium Studio



(a)



(b)



(c)



(a)



(b)

Gambar 6. Android Simulator (a), iOS Simulator (b)

**VI. HASIL EKSPERIMEN DAN DISKUSI**

Eksperimen dilakukan pada Simulator dan perangkat *mobile* berbasis Android yang menggunakan sistem operasi Android 2.2 (froyo), dan perangkat *mobile* berbasis iOS yang menggunakan sistem operasi iOS 4, CPU 412 MHz ARM 11, 128 MB RAM, GPU PowerVR MBX dengan hasil ditampilkan pada gambar 7 :



(d)

Gambar 7. Hasil simulasi menggunakan Android Simulator (a), iOS Simulator (b), tampilan pada halaman muka *website* (c), *splash screen* aplikasi (d).

Pada saat dilakukan uji coba aplikasi berbasis *website*, fitur untuk user yang terdiri dari *membership*, *shopping cart*, *order process*, *suggestion*, *testimonial*, *search product*, dan *product catalog* yang dibagi ke dalam *top product*, *featured product*, dan *product per category*. Pada bagian fitur untuk Administrator yang terdiri dari *category manager*, *order manager*, dan *product manager* yang dibagi ke dalam *product manager*, *image manager*, *top product generator*, dan *featured product manager* berjalan dengan lancar dan sesuai dengan harapan

Di sisi iOS setelah dilakukan uji coba, fitur-fitur berupa *membership*, *shopping cart*, *order process*, *suggestion*, *testimonial*, *search product*, dan *product catalog* yang dibagi ke dalam *top product*, *featured product*, dan *product per category* berjalan dengan lancar dan sesuai dengan harapan

Di sisi Android untuk fitur-fitur *membership*, *shopping cart*, *order process*, *search product*, dan *product catalog* yang dibagi ke dalam *top product*, *featured product per category*, *suggestion* serta *testimonial* dapat berjalan dengan lancar dan tidak mengalami masalah. Jika user terlalu lama menggunakan aplikasi *online shopping* dengan kemampuan *hardware* yang rendah, aplikasi akan keluar secara paksa atau disebut dengan *Force Close*[8], hal ini disebabkan oleh rendahnya memori pada perangkat yang digunakan oleh *user*, untuk mengatasi hal ini, *user* dapat melakukan *restart* aplikasi kembali.

## VII. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi *online shopping* berbasis *website*, Android dan iOS. Dengan dibuatnya aplikasi berbasis *website*, Android, dan iOS akan memberikan kemudahan pelanggan dalam mengakses *Online Store*. Aplikasi dibangun dengan menggunakan *web service*, sehingga memungkinkan data untuk dapat diakses melalui

*platform* Android dan iOS. Dalam aplikasi ini tersedia sistem registrasi *member* yang memudahkan *administrator* dalam mengolah data yang masuk. Fitur *administrator* memungkinkan pemilik aplikasi ini untuk mengatur konten yang akan ditampilkan secara lebih mudah.

## REFERENSI

- [1] Basiura, R., et al. (2001). *Professional ASP.NET Web Service*. United Kingdom: Wrox Press Ltd.
- [2] Connolly, Thomas M. & Begg, C. E. (2004). *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management*. (4<sup>th</sup> edition). New York: Addison-Wesley.
- [3] Edutechnolife. (2011). *OS Android Merajalela-Blackberry & Microsoft Terancam*. Retrieved 01-09-2011 from <http://edutechnolife.com/os-Android-merajalela-blackberry-&-microsoft-terancam/>
- [4] Fling, Brian. (2009). *Mobile Design and Development*. (1st edition). United States of America: O'Reilly.
- [5] Galloway, Jon, Haack, Phil, Hanselman, Scott, Guthrie, Scott, Conery, Rob. (2010). *Profesional ASP.NET MVC 2*. (1st edition). Indianapolis: Wiley Publishing.
- [6] Greenstein, Marylin & Vasarhelyi, Miklos. (2004). *Electronic Commerce: Security, Risk Management, and Control*. (2nd edition). United States of America: Mc Graw-Hill.
- [7] Karch, Marziah. (2011). *What Is Google Android?*. Retrieved 08-10-2011 from [http://google.about.com/od/socialtoolsfromgoogle/p/android\\_what\\_is.htm](http://google.about.com/od/socialtoolsfromgoogle/p/android_what_is.htm).
- [8] Krill, Paul. (2009). *Appcelerator Enables iPhone Android App Dev*. Retrieved 11-10-2011 from <http://www.infoworld.com/d/developer-world/appcelerator-enables-iphone-android-app-dev-655>
- [9] Whitten, Jeffrey L. & Bentley, Lonnie D. (2007). *System Analysis and Design Methods*. (7th edition). New York: McGraw-Hill/Irwin.
- [10] Williams, Laurie & Kessler, Robert R. (2003). *Pair Programming Illuminated*. (1st edition). Boston: Pearson Education, Inc.

# Aplikasi Pemisahan Paket Trafik IIX dan IX dengan Metoda *Packet Marking*

Bayu Kanigoro  
Jurusan Teknik Informatika  
School of Computer Science  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta Barat, 11480

Raymond Megosurja  
Jurusan Teknik Informatika  
School of Computer Science  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta Barat, 11480

**Abstract**—The purpose of this study was to obtain the stability of the Internet performance by separating the IIX and IX and perform *bandwidth* management. The method to be done is doing packet mangling and *bandwidth* Management. The result is achieved there is a difference before and after the separation of traffic. Separation between IIX and IX create an improvement to internet performance for local access and more stable than without it.

**Index Terms**—Quality of service.

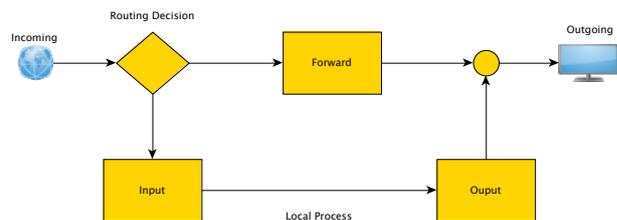
## I. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini teknologi komputer semakin dibutuhkan dalam kehidupan. Internet adalah salah satunya sebagai media teknologi informasi. Internet sudah menjadi sebuah aspek yang sangat penting dalam kehidupan kita dimana perkembangannya internet di negara kita mengakibatkan munculnya peluang bisnis baru dalam industri internet. Sekarang telah banyak muncul ISP (*Internet Service Provider*) yang menawarkan paket *bandwidth* lokal yang lebih besar dibandingkan *bandwidth* internasional karena harga yang didapat untuk mendapatkan *bandwidth* lokal lebih murah dengan kecepatan akses yang sama. Salah satu ISP adalah RT/RW Net. Permasalahan yang umum terjadi pada jaringan RT/RW net adalah masalah pengaturan *bandwidth*. Pada umumnya pengelola RT/RW net kesulitan untuk memisahkan antara Traffic IIX (Indonesian Internet Exchange) dengan Traffic IX (Internet Exchange), karena hanya menggunakan static routing yang menyebabkan pemisahan antara traffic IIX dan IX harus dilakukan secara manual. Berbeda dengan ISP yang menggunakan jaringan lebih kompleks yang dapat menggunakan BGP (*Border Gateway Protokol*) [1].

Solusi yang akan diusulkan pada tulisan ini adalah pembagian paket dengan metoda penandaan paket dengan *packet filter* [2] [3] dimana paket-paket yang akan keluar ditandai terlebih dahulu kemudian dilakukan pembatasan *bandwidth* pada paket-paket yang ditandai tersebut.

## II. STUDI PUSTAKA

Menurut [3], *packet filter* merupakan perangkat lunak yang melihat pada *header* paket ketika mereka melaluinya kemudian menentukan status dari paket tersebut apakah diputuskan untuk DROP paket yaitu membuang paket seolah-olah tidak pernah diterima dan ACCEPT paket yaitu membiarkan paket tersebut

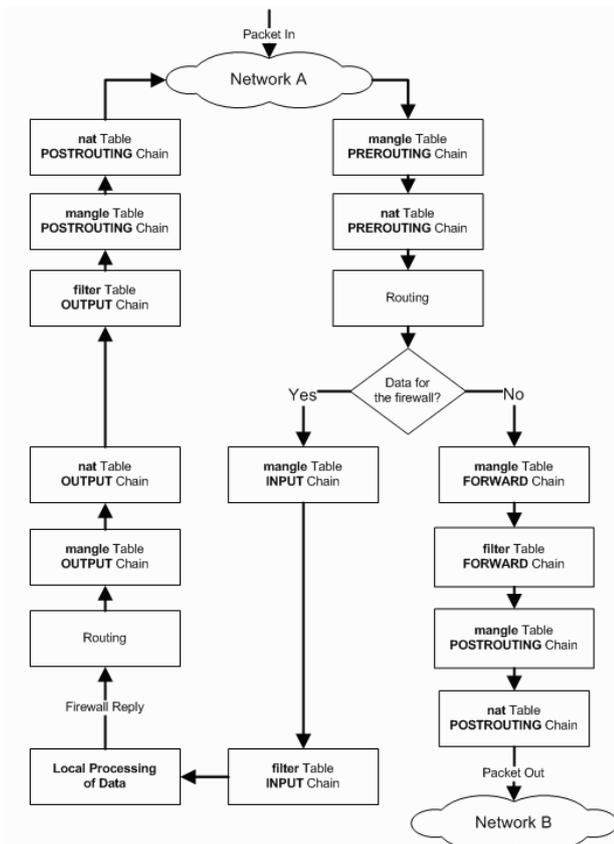


Gambar 1. Arsitektur *Packet Filter*

lewat dan sebagainya. Di Linux, *packet filtering* dibangun ke dalam *kernel* sebagai modul *kernel* atau tertanam di *kernel* yang secara umum berfungsi melihat *header* paket dan memutuskan kondisi dari paket tersebut [3]. *kernel* memulainya dengan tiga buah *chain* yaitu *Input*, *Output* dan *Forward*. Gambar 1 menggambarkan proses *packet filtering* bekerja dimana tiga buah kotak memperlihatkan *chain* yang dijelaskan sebelumnya. Bila paket mencapai salah satu kotak pada gambar 1 maka *chain* yang berkaitan pada kotak tersebut akan diperiksa. Bila *chain* menyatakan DROP paket maka paket tersebut akan di eliminasi tetapi bila menyatakan sebaliknya yaitu ACCEPT maka paket tersebut akan dilewatkan.

Definisi dari *chain* yang disebutkan sebelumnya adalah sebuah daftar yang berisi *checklist* yang berisi aturan-aturan yang mempunyai makna bahwa bila ditemukan *header* paket dengan pola seperti aturan yang ditetapkan maka apa yang akan ditindaklanjuti kemudian [3]. Bila suatu paket tidak sesuai dengan satu aturan maka aturan selanjutnya yang berada pada daftar yang diperhatikan. Bila tidak ada lagi aturan-aturan pada daftar tersebut maka *kernel* akan merujuk ke kebijakan yang ditetapkan pada *chain* tersebut. Untuk sistem yang menitikberatkan pada keamanan biasanya kebijakannya adalah memerintahkan *kernel* untuk melakukan DROP pada paket tersebut [3]. Langkah-langkah pada proses *packet filtering* [3] adalah sebagai berikut,

- Ketika paket datang dari *Ethernet card* maka *kernel* melihat terlebih dahulu tujuan dari paket tersebut. Proses ini disebut juga *routing*.
- Bila paket tersebut ditujukan pada komputer dimana *packet filtering* dijalankan maka paket tersebut akan masuk ke *INPUT chain*. bila paket tersebut melewatinya



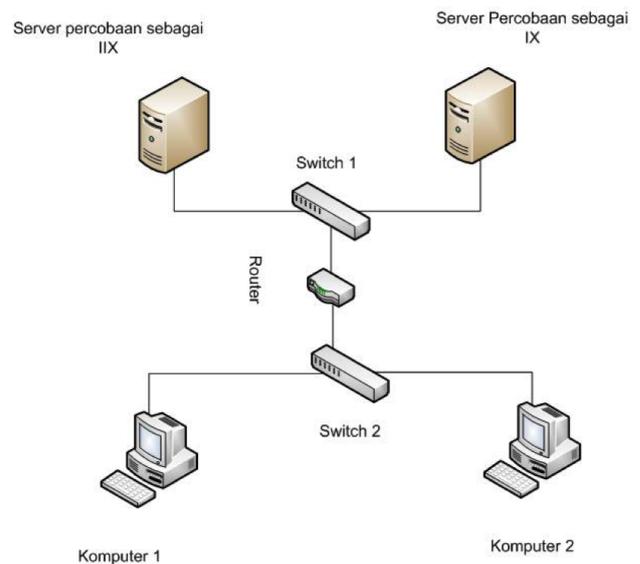
Gambar 2. Pengembangan arsitektur packet filter [4]

maka proses-proses yang menunggu paket tersebut akan menerimanya.

- Bila modul *forwarding* tidak dijalankan pada *kernel* atau tidak mengetahui bagaimana melakukan *forwarding* pada paket tersebut maka paket tersebut akan dieliminasi. Bila *forwarding* diaktifkan dan paket ditujukan ke jaringan yang berbeda maka paket akan melewati *FORWARD chain* dan bila di *ACCEPT* maka paket tersebut akan dikirimkan keluar. Di Linux, modul *forwarding* bisa dijalankan dengan cara memberikan nilai 1 pada `/proc/sys/net/ipv4/ip_forward`.
- Bila suatu perangkat lunak yang berjalan pada komputer dimana packet filtering dijalankan akan mengirim paket keluar maka akan paket tersebut akan melewati *OUTPUT chain* dan bila di *ACCEPT* maka paket tersebut akan keluar menuju ke antar-muka yang dituju.

Selain dari fungsi *filtering* yang telah dibahas di gambar 1, *packet filtering* juga mempunyai NAT (*Network Address Translation*) dan *mangle*. Tabel yang digunakan untuk fungsi NAT terdapat pada gambar 2 yaitu *PREROUTING* dan *POSTROUTING* pada tabel NAT kemudian tabel yang digunakan untuk fungsi *mangle* dimana fungsi tersebut digunakan untuk manipulasi paket yaitu *PREROUTING* dan *POSTROUTING* pada tabel *mangle*.

Di sisi pemakai, *Iptables* [3] [4] digunakan untuk melakukan



Gambar 3. Topologi jaringan uji coba

proses untuk mengatur paket-paket apa saja yang akan disaring di dalam *packet filter*. Fungsi yang dilakukan oleh *Iptables* adalah memasukkan dan menghapus aturan-aturan yang berada di *packet filtering table* yang berada di *kernel*.

Proses penandaan pada paket dilakukan dengan memberikan aturan ke tabel *mangle*. Dalam hal ini *PREROUTING chain* digunakan dalam proses penandaan ini. Contoh perintah dengan menggunakan *Iptables* untuk menandakan paket adalah sebagai berikut [5],

```
iptables -t mangle -A PREROUTING -p tcp \
--dport 80 -s 192.168.99.0/24 \
-j MARK --set-mark 4
```

Setelah dilakukan penandaan pada paket tersebut maka selanjutnya akan dilakukan pembatasan *bandwidth* pada paket-paket tersebut. Pembatasan yang dilakukan adalah dengan membatasi *bandwidth* unduh, unggah dan akumulasi.

### III. METODOLOGI

Untuk menguji proses pemisahan diatas dibuat sebuah topologi jaringan yang diperlihatkan pada gambar 3. Topologi pada gambar 3 terdiri dari dua komputer server yang digunakan untuk mensimulasikan jaringan *Internet Exchange (IX)* dan jaringan *Indonesia Internet Exchange (IIX)*, dua buah komputer client dan satu buah *router*. *Router* yang tergambar di gambar 3 dipasang sistem operasi *RouterOS* dari Mikrotik dimana *RouterOS* menggunakan Linux sebagai *kernel*-nya [6] sehingga bisa diasumsikan bahwa *packet filtering* yang digunakan pada *RouterOS* adalah sama dengan yang digunakan di Linux. Perangkat keras yang diperlukan untuk *RouterOS* diperlihatkan pada tabel I. Untuk jalur *IX bandwidth* unduh akan dibatasi menjadi 500kbps dan jalur *IIX* batasannya adalah 1Mbps.

TABEL I  
SPESIFIKASI PERANGKAT KERAS UNTUK ROUTEROS

<b>Processor</b>	x86
<b>Memori</b>	64MB minimum
<b>Hard Disk Drive</b>	1GB minimum
<b>Others</b>	CD-Rom drive atau USB yang mendukung <i>booting</i>
<b>Ethernet Card</b>	2 buah

TABEL II  
LALU-LINTAS UNDUH SAMPLE DARI IIX DAN IX

<b>Lalu-lintas</b>	<b>Komputer 1</b>	<b>Komputer 2</b>
Unduh dari IIX	980 kbps	993 kbps
Unduh dari IX	495 kbps	480 kbps

#### IV. ANALISIS

Tabel II menjelaskan bahwa sudah terjadi pemisahan antara IIX dan IX yang dapat dilihat dari *bandwidth* yang telah dikonfigurasi. Untuk sampel dari IIX diatur batas maksimum downloadnya sebesar 1 Mbps dan pada tabel II dilihat di komputer 1 mendapatkan kecepatan unduh rata-rata sebesar 980 kbps dan komputer 2 mendapatkan kecepatan download rata-rata sebesar 993 kbps untuk sampel IIX. Untuk sampel IX yang kecepatan unduhnya telah diatur maksimal hanya 500 kbps komputer 1 mendapatkan kecepatan unduh rata-rata sebesar 495 kbps dan komputer 2 mendapatkan kecepatan unduh rata-rata sebesar 480 kbps.

#### V. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan diatas diperlihatkan bahwa penandaan paket dapat meningkatkan performa jaringan dengan memisahkan lalu-lintas paket IX dan IIX. Pemisahan ini juga cukup menguntungkan dari sisi pemanfaatan *bandwidth* dimana bila pemakai mengakses *server* yang berada di jaringan IIX maka pemakai akan mendapatkan kecepatan yang cukup tinggi dibandingkan bila memakai *server* yang berada di jaringan IX yang pada akhirnya pemakai akan mendapatkan informasi yang lebih cepat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Rekhter dan P. Gross, *Application of the Border Gateway Protocol in the Internet*, RFC 1772, 1995.
- [2] B. Hubert, T. Graf, G. Maxwell, R. van Mook, M. van Oosterhout, P. Schroeder, J. Spaans, dan P. Larroy, "Linux advanced routing & traffic control," di *Ottawa Linux Symposium*, 2002, p. 213.
- [3] R. Russell. (2001) Linux 2.4 packet filtering howto. netfilter. [Online]. Diakses: <http://www.netfilter.org/documentation/HOWTO//packet-filtering-HOWTO.txt>
- [4] P. Harrison. (2010) Linux firewalls using iptables. [Online]. Diakses: <http://www.linuxhomenetworking.com/wiki/index.php>
- [5] M. A. Brown. (2007) Guide to ip layer network administration with linux. [Online]. Diakses: <http://linux-ip.net/html/index.html>
- [6] ————. (2011) Mikrotik routeros faq. [Online]. Diakses: [http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:RouterOS\\_FAQ](http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:RouterOS_FAQ)

# Pengelompokan dan Pemetaan Wilayah Kecamatan Wilayah Kecamatan Untuk Mengatasi Masalah Kemiskinan di Kabupaten Jombang

**Indra Darimi**  
**Mukafa'ah**  
Jurusan Statistika  
FMIPA-ITS

indra.darimi@gmail.com

**Wahyudi Sugianto**  
Mahasiswa Jurusan  
Statistika FMIPA-ITS

**Ferdiana**  
Mahasiswa Jurusan  
Statistika FMIPA-ITS

**Bambang**  
**Widjanarko Otok**  
Jurusan Statistika  
FMIPA-ITS  
bambang\_wo@statistik  
a.its.ac.id

**Abstract** - Kemiskinan menjadi salah satu masalah yang fenomenal di belahan dunia, khususnya Indonesia yang merupakan negara berkembang. Berbagai upaya dan kebijakan pembangunan telah dilakukan pemerintah untuk menanggulangi kemiskinan. Salah satu bentuk upaya tersebut adalah diselenggarakannya program Bantuan Langsung Tunai (BLT) untuk rumah tangga miskin. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2009 jumlah masyarakat miskin di Jawa Timur 3,079 juta jiwa. Jumlah angka kemiskinan di Kabupaten Jombang tercatat sebesar 74,340 rumah tangga dari 20 kecamatan. Oleh karena itu, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana pengelompokan dan pemetaan kecamatan di Kabupaten Jombang dengan menggunakan non hierarchical clustering methods, yaitu K-Means dan Fuzzy C-Means Cluster. Hasil terbaik yang diperoleh pada penelitian mengenai pengelompokan dan pemetaan kemiskinan di Kabupaten Jombang dengan kategori sangat miskin, miskin dan hampir miskin adalah pengelompokan menggunakan metode K-Means. Pengelompokan terbaik berdasarkan nilai icdrate.

**Keyword** : *pengelompokan, K-Means, Fuzzy C-Means, pemetaan kemiskinan*

## I. PENDAHULUAN

Kemiskinan menjadi salah satu masalah yang fenomenal di belahan dunia, khususnya Indonesia yang merupakan negara berkembang. Apalagi sejak terjadinya krisis ekonomi dan moneter yang melanda Indonesia pada tahun 1997. Kemiskinan seringkali dipahami sebagai gejala rendahnya tingkat kesejahteraan semata, padahal kemiskinan merupakan gejala yang bersifat kompleks dan multidimensi, dimana berkaitan dengan aspek sosial, ekonomi, budaya, dan aspek lainnya.

Berbagai upaya dan kebijakan pembangunan telah dilakukan pemerintah untuk menanggulangi kemiskinan. Salah satu bentuk upaya tersebut adalah diselenggarakannya program Bantuan Langsung Tunai (BLT) untuk rumah tangga miskin. Program BLT ini diselenggarakan oleh pemerintah sebagai akibat adanya kebijakan kenaikan harga Bahan Bakar Minyak (BBM). Dalam penanggulangan masalah kemiskinan melalui program Bantuan Langsung Tunai (BLT), BPS telah menetapkan 14 (empat belas) indikator kemiskinan. Berdasarkan indikator kemiskinan tersebut, BPS mengklasifikasikan rumah tangga miskin penerima BLT ke dalam tiga kategori, yaitu sangat miskin, miskin, dan mendekati miskin.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2009 jumlah masyarakat miskin di Jawa Timur 3,079 juta jiwa. Di mana 1,33 juta orang tergolong hampir miskin, 1,256 juta orang miskin, dan 493 ribu orang sangat miskin. Sedangkan, masyarakat yang tidak miskin 7,6 juta orang. Jumlah angka kemiskinan di Kabupaten Jombang tercatat sebesar 74,340 rumah tangga dari 21 kecamatan. Jumlah tersebut bisa dikatakan cukup besar. Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengenai pengelompokan dan pemetaan kecamatan untuk mengatasi masalah kemiskinan di Kabupaten Jombang.

Analisis *cluster* (*cluster analysis*) adalah salah satu analisis peubah ganda (*multivariate analysis*) yang digunakan untuk mengelompokkan objek-objek sedemikian rupa sehingga objek dalam satu *cluster* yang sangat mirip dan objek di berbagai *cluster* cukup berbeda. Menurut Johnson dan Wichern (2002), analisis *cluster* merupakan proses pengelompokan objek-objek yang didasarkan pada suatu ukuran kesamaan atau ketidaksamaan. Selain itu, analisis *cluster* mempunyai tujuan untuk menentukan kelompok berdasarkan sekelompok objek yang diteliti. Analisis *cluster* banyak digunakan dalam penelitian-penelitian di bidang sosial, bidang kesehatan, bidang marketing, bidang akademik, dan bidang kewilayahan. Metode analisis *cluster* (*clustering methods*) dibedakan menjadi dua yaitu metode hierarki (*hierarchical clustering methods*) dan metode non

hierarki (*non hierarchical clustering methods*). Metode hierarki dibedakan menjadi dua yaitu metode penggabungan (*agglomerative/bottom up*) dan metode pemecahan (*devisive/topdown*). Prosedur yang digunakan dalam metode hierarki adalah prosedur pautan tunggal (*single linkage*), pautan lengkap (*complete linkage*), dan pautan rata-rata (*average linkage*). Hasil *clustering* metode berhierarki secara umum membentuk diagram pohon (*tree diagram*) atau dendrogram yang menggambarkan pengelompokan objek berdasarkan jarak. Metode non hierarki diawali dengan prose penentuan jumlah *cluster* terlebih dahulu. Menurut Barakbah (2006) berdasarkan karakteristik tipe data metode non hierarki dibagi menjadi *partitioning clustering*, *overlapping clustering* dan *hybrid* Metode *K-Means Cluster* adalah contoh dari *partitioning clustering* sedangkan metode *Fuzzy C-Means* adalah contoh dari *overlapping clustering*

Penelitian tentang pengelompokan kecamatan telah banyak dilakukan, salah satunya adalah Handaryatiningsih (2003) yang meneliti tentang pengelompokan kecamatan di Kota Surabaya dengan metode *K-Means*. Nurul Komariyah (2011) melakukan penelitian tentang pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur berdasarkan indikator kemiskinan dengan metode *cluster analysis* hierarki. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *single linkage* merupakan metode pengelompokan terbaik dibandingkan metode hierarki lainnya untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur berdasarkan indikator kemiskinan.

Proses *clustering* pada metode *K-Means* pembentukan kelompok dilakukan sedemikian rupa sehingga setiap objek berada tepat pada satu kelompok. Akan tetapi hal ini sering tidak dapat dilakukan karena sebenarnya objek tersebut terletak di antara dua atau lebih kelompok yang lain sehingga perlu dilakukan *clustering* dengan menggunakan *fuzzy clustering* yang memiliki batas *cluster soft*. Pengelompokan dengan metode ini mempertimbangkan derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* sebagai dasar pembobotan. Pada penelitian ini dibahas metode *K-Means* dan *Fuzzy C-Means Cluster*. Dua metode ini cocok digunakan untuk data berukuran besar dan memiliki tipe peubah kontinu.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### **K-Means**

*K-Means* adalah suatu metode penganalisaan data atau metode data *mining* yang melakukan proses pemodelan tanpa supervisi (*unsupervised*) dan merupakan salah satu metode yang melakukan pengelompokan data dengan sistem kelompok. Metode *K-means* berusaha mengelompokkan data yang ada ke dalam beberapa kelompok, dimana data dalam satu kelompok mempunyai karakteristik yang sama satu sama lainnya dan mempunyai karakteristik yang

berbeda dengan data yang ada di dalam kelompok yang lain. Dengan kata lain, metode ini berusaha untuk meminimalkan variasi antar data yang ada di dalam suatu *cluster* dan memaksimalkan variasi dengan data yang ada di *cluster* lainnya.

Algoritma *K-Means* diberikan sebagai berikut :

1. Tentukan jumlah *k cluster*.
2. Inialisasi *k* pusat *cluster*, dapat diperoleh secara acak.
3. Cari data yang lebih dekat dengan pusat *cluster* dan tandai titik data tersebut di pusat *cluster* yang terdekat dan posisi pusat *cluster* dihitung kembali dengan rata-rata anggota dari setiap *cluster*.
4. Cek semua data sekali lagi dan taruh setiap data yang terdekat dengan pusat *cluster* (pusat *cluster* tidak dihitung lagi). Jika anggota dari tiap pusat *cluster* tidak berubah, berhenti dan jika masih berubah kembali ke langkah ke-3.

### **Fuzzy C-Means**

*Fuzzy C-means Clustering* merupakan salah satu metode *clustering* yang merupakan bagian dari metode *Hard K-Means*. *Fuzzy C-means Clustering* menggunakan model pengelompokan *fuzzy* sehingga data dapat menjadi anggota dari semua kelas atau *cluster* terbentuk dengan derajat atau tingkat keanggotaan yang berbeda antara 0 hingga 1. Tingkat keberadaan data dalam suatu kelas atau *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981.

Konsep dasar *Fuzzy C-means Clustering*, pertama kali adalah menentukan pusat *cluster* yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap *cluster*. Pada kondisi awal, pusat *cluster* ini masih belum akurat. Tiap-tiap data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap *cluster*. Dengan cara memperbaiki pusat *cluster* dan nilai keanggotaan tiap-tiap data secara berulang, maka dapat dilihat bahwa pusat *cluster* akan menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi obyektif (Gelley, 2000). Fungsi obyektif yang digunakan *Fuzzy C-means Clustering* adalah (Ross, 2005) :

$$J(U, V; X) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^C (\mu_{ik})^w (d_{ik})^2$$

dengan  $w \in [1, \infty]$ ,

$$d_{ik} = d(x_k - v_i) = \left[ \sum_{j=1}^m (x_{kj} - v_{ij})^2 \right]^{1/2}$$

*X* adalah data yang dicluster :

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

dan  $V$  adalah matriks pusat *cluster* :

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & \dots & v_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ v_{c1} & \dots & v_{cm} \end{bmatrix}$$

Nilai  $J_w$  terkecil adalah yang terbaik, sehingga

$$J_w^*(U^*, V^*; X) = \min_{M_{jk}} J(U, V, X)$$

Algoritma *Fuzzy C-means Clustering* secara lengkap diberikan sebagai berikut (Zimmerman, 1991); (Yan, 1994); (Ross, 2005) :

- Tentukan :
  - a. Matrik  $X$  berukuran  $n \times m$ , dengan  $n$  = jumlah data yang akan *dicluster*, dan  $m$  = jumlah variabel (kriteria)
  - b. Jumlah *cluster* yang akan dibentuk ( $C \geq 2$ )
  - c. Pangkat (pembobot  $w > 1$ )
  - d. Maksimum iterasi
  - e. Kriteria penghentian ( $\epsilon$  = nilai positif yang sangat kecil).
- Bentuk matriks kelompok awal  $U$  (derajat keanggotaan dalam *cluster*); matriks kelompok awal biasanya dibuat secara acak.

$$U = \begin{bmatrix} \mu_{11}(x_1) & \mu_{12}(x_2) & \dots & \mu_{1n}(x_n) \\ \mu_{21}(x_1) & \mu_{22}(x_2) & \dots & \mu_{2n}(x_n) \\ \vdots & & & \vdots \\ \mu_{c1}(x_1) & \mu_{c2}(x_2) & \dots & \mu_{cn}(x_n) \end{bmatrix}$$

- Hitung pusat cluster  $V$  untuk setiap *cluster*.

$$V_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^w x_{kj}}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^w}$$

- Perbaiki derajat keanggotaan setiap data pada setiap *cluster* (perbaiki matrik kelompok).

$$\mu_{ik} = \left[ \sum_{j=1}^C \left( \frac{d_{ik}}{d_{jk}} \right)^{2/(w-1)} \right]^{-1}$$

dengan :

$$d_{ik} = d(x_k - v_i) = \left[ \sum_{j=1}^m (x_{kj} - v_{ij}) \right]^{1/2}$$

- Tentukan kriteria penghentian iterasi, yaitu perubahan matriks kelompok pada iterasi sekarang dan iterasi sebelumnya.

$$\Delta = \left\| U^t - U^{t-1} \right\|$$

Apabila  $\Delta < \epsilon$  maka iterasi dihentikan.

### Internal Cluster Dispersion Rate (Icdrate)

Beberapa macam metode dan kriteria dalam memilih kebaikan pengelompokan untuk menilai homogenitas dalam cluster dan heterogenitas antar kelompok. Merujuk pada Everitt dalam Mingoti dan Lima (2006), perbandingan metode pengelompokan dapat diukur dengan menghitung rata-rata persebaran internal cluster terhadap partisi secara keseluruhan. Metode ini seringkali digunakan dalam menaksir akurasi dari algoritma pengelompokan. Semakin kecil nilai *icdrate*, semakin baik hasil pengelompokannya. Perhitungan internal cluster dispersion rate (*icdrate*) ditunjukkan oleh persamaan

$$icdrate = 1 - SSB/SST = 1 - R^2$$

$SSB$  dan  $SST$  merupakan total sum of square antar kelompok dan total sum of square total (Everitt, 2001).

$$SSB = \sum_{j=1}^n d_{j0} \quad SST = \sum_{i=1}^k d_i$$

Keterangan :

$d_{j0}$  = kuadrat jarak antara vektor pusat cluster ke- $j$  terhadap vektor rata-rata keseluruhan sampel

$d_i$  = kuadrat jarak antara vektor observasi ke- $i$  terhadap vektor rata-rata keseluruhan sampel

$n$  = banyaknya observasi

$k$  = banyaknya kelompok

### Kemiskinan

Secara etimologis, kemiskinan berasal dari kata "miskin" yang artinya tidak berharta benda dan serba kekurangan. Menurut Kuncoro, (1997). Kemiskinan adalah ketidakmampuan untuk memenuhi standar hidup minimum. Friedmann juga merumuskan kemiskinan sebagai minimumnya kebutuhan dasar sebagaimana yang dirumuskan dalam konferensi ILO tahun 1976. Kebutuhan dasar menurut konferensi itu dirumuskan sebagai berikut :

1. Kebutuhan minimum dari suatu keluarga akan konsumsi privat (pangan, sandang, papan dan sebagainya).
2. Pelayanan esensial atas konsumsi kolektif yang disediakan oleh dan untuk komunitas pada umumnya (air minum sehat, sanitasi, tenaga listrik, angkutan umum, dan fasilitas kesehatan dan pendidikan).
3. Partisipasi masyarakat dalam pembuatan keputusan yang mempengaruhi mereka.
4. Terpenuhinya tingkat absolut kebutuhan dasar dalam kerangka kerja yang lebih luas dari hak-hak dasar manusia
5. Penciptaan lapangan kerja (employment) baik sebagai alat maupun tujuan dari strategi kebutuhan dasar.

Badan Pusat Statistik (BPS) menggunakan batas miskin dari besarnya rupiah yang dibelanjakan per kapita sebulan untuk memenuhi kebutuhan minimum makanan digunakan patokan 2.100 kalori per hari.

Pengeluaran kebutuhan minimum bukan makanan meliputi pengeluaran untuk perumahan, sandang, serta aneka barang dan jasa. Batas garis kemiskinan disesuaikan dengan kenaikan harga barang-barang yang dikonsumsi oleh masyarakat. Batas garis kemiskinan ini dibedakan antara daerah perkotaan dan pedesaan.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil Survey Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) Jawa Timur tahun 2009.

Variabel dependen dalam penelitian ini adalah rumah tangga miskin yang dibagi menjadi 3 kategori, yaitu sangat miskin, miskin, dan hampir miskin.

Sedangkan yang menjadi variabel independen adalah 10 (sepuluh) indikator kemiskinan, yaitu :

1. Persentase rumah tangga yang memiliki luas lantai bangunan tempat tinggal kurang dari 8 m<sup>2</sup> per orang (X<sub>1</sub>)
2. Persentase rumah tangga yang memiliki jenis lantai bangunan tempat tinggal terbuat dari tanah/bambu/kayu murahan (X<sub>2</sub>)
3. Persentase rumah tangga yang memiliki jenis dinding tempat tinggal terbuat dari bambu/rumbia/kayu berkualitas rendah/tembok tanpa dipleser (X<sub>3</sub>)
4. Persentase rumah tangga yang tidak memiliki fasilitas buang air besar/bersama-sama dengan rumah tangga lain (X<sub>4</sub>)
5. Persentase sumber penerangan rumah tangga yang tidak menggunakan listrik (X<sub>5</sub>)
6. Persentase rumah tangga yang sumber air minumnya berasal dari sumur/mata air tidak terlindungi/sungai/air hujan (X<sub>6</sub>)
7. Persentase rumah tangga yang menggunakan bahan bakar untuk memasak sehari-hari adalah kayu bakar/arang/minyak tanah (X<sub>7</sub>)
8. Persentase rumah tangga yang hanya mengkonsumsi daging/susu/ayam satu kali dalam seminggu (X<sub>8</sub>)
9. Persentase rumah tangga yang hanya membeli satu stel pakaian baru dalam setahun (X<sub>9</sub>)
10. Persentase pendidikan tertinggi kepala rumah tangga : tidak sekolah/tidak tamat SD/hanya SD (X<sub>10</sub>)

Analisis dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Mereduksi dimensi data masing-masing data indikator kemiskinan.
2. Melakukan pengelompokkan kecamatan-kecamatan di Kabupaten Jombang dengan *non hierarchical clustering methods*, yaitu *K-Means* dan *Fuzzy C-Means Cluster*.

3. Membandingkan hasil pengelompokkan dengan menggunakan icdrate untuk mengetahui hasil ketepatan pengelompokkan kecamatan-kecamatan di Kabupaten Jombang yang lebih baik berdasarkan indikator kemiskinan.
4. Melakukan analisis terhadap karakteristik kecamatan berdasarkan hasil pemetaan untuk mengatasi masalah kemiskinan di Kabupaten Jombang.

### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. K-means

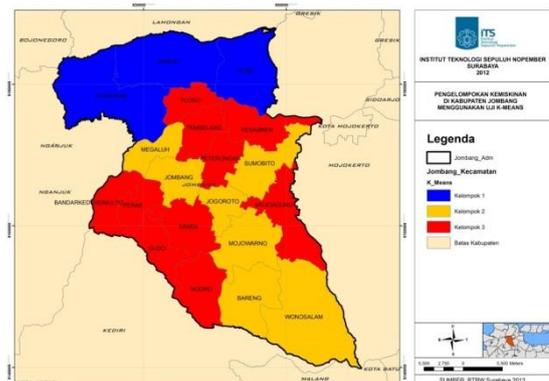
Hasil pengolahan dengan menggunakan software matlab adalah sebagai berikut :

C =

7.6643	16.3414	17.7086	41.0729	1.7129
9.9714	48.8114	80.5814	44.7929	48.7357
10.3140	8.0220	12.1890	29.7420	1.4590
2.8130	20.1840	71.2000	26.4590	50.0010
25.0000	65.6267	83.3367	73.2667	15.6267
15.6267	81.6000	68.7533	58.6833	84.7233

Nilai center adalah nilai pusat dari hasil akhir kluster yang berupa matriks. Nilai ini menunjukkan kordinat pusat tiap variabel. Hasil pengelompokkan yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Kelompok 1 :  
Kecamatan Mojowarno, Bareng, Wonosalam, Sumobito, Jogoroto, Jombang dan Megaluh
2. Kelompok 2 :  
Kecamatan Bandar Kedung Mulyo, Perak, Gudo, Diwek, Ngoro, Mojoagung, Peterongan, Tembelang, Kesamben dan Ploso
3. Kelompok 3 :  
Kecamatan Kudu, Kabuh dan Plandaan



Gambar 1. Peta Kabupaten Jombang Menggunakan Metode K-Means

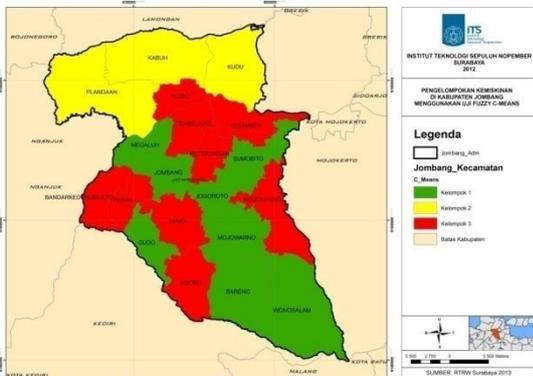
#### B. Fuzzy C-Means

Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode *fuzzy c-means* adalah :

1. Kelompok 1 :  
 Kecamatan Gudo, Mojowarno, Bareng, Wonosalam, Sumobito, Jogoroto, Jombang dan Megaluh
  2. Kelompok 2 :  
 Kecamatan Kudu, Kabuh dan Plandaan
  3. Kelompok 3 :  
 Kecamatan Bandar Kedung Mulyo, Perak, Diwek, Ngoro, Mojoagung, Peterongan, Tembelang, Kesamben dan Ploso
- Nilai center pada fuzzy c-means adalah sebagai berikut :

C =

9.4949	12.3982	15.1683	38.5982	2.6298
7.6736	35.4660	77.3568	41.7960	49.8172
22.1671	64.3932	80.3432	71.4702	12.1659
13.3353	77.5575	69.8495	57.6365	83.4839
9.5299	9.0026	12.9160	29.0413	1.3149
3.0214	26.9295	72.3210	26.6040	48.6968



Gambar 2. Peta Kabupaten Jombang Menggunakan Metode Fuzzy C-Means

**C. Internal Cluster Dispersion Rate (Icdrate)**

Nilai *icdrate* hasil pengelompokkan adalah sebagai berikut :  
 $icdrate K\text{-means} = 1 - (9803,53 / 17097,5) = 0,42661$   
 $icdrate fuzzy\ c\text{-means} = 1 - (8843,482 / 16761,98) = 0,472408$

Berdasarkan hasil perhitungan *icdrate* diatas, maka hasil pengelompokkan yang lebih baik adalah pengelompokkan dengan menggunakan *K-means*. Hal ini dikarenakan semakin kecil nilai *icdrate* maka hasil pengelompokkan semakin bagus.

**D. Analisis Karakteristik Kelompok**

Berdasarkan pengelompokkan terbaik yaitu dengan menggunakan *K-means* maka analisis karakteristik kelompok yang terbentuk adalah sebagai berikut:

Variabel	1	2	3
x1	16.34	8.02	<b>65.63</b>
x2	17.71	12.19	<b>83.33</b>
x3	41.07	29.74	<b>73.26</b>

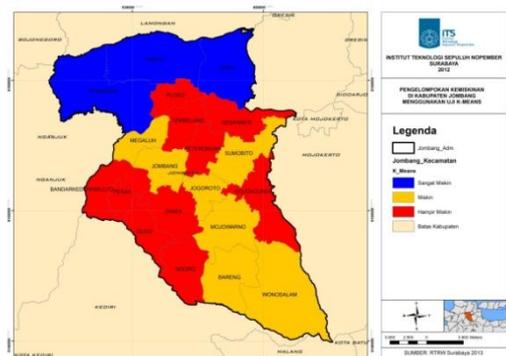
x4	1.71	1.46	<b>15.63</b>
x5	9.97	2.81	<b>15.63</b>
x6	48.81	20.18	<b>81.60</b>
x7	<b>80.58</b>	71.20	68.75
x8	44.79	26.46	<b>58.68</b>
x9	48.74	43.75	<b>84.72</b>
x10	7.66	10.31	<b>25.00</b>

Nilai yang terdapat pada setiap kolom adalah nilai rata-rata dari kelompok yang terbentuk. Berdasarkan nilai tersebut maka dapat dikategorikan bahwa kelompok 3 adalah kelompok kecamatan yang sangat miskin. Kelompok 1 adalah kelompok kecamatan miskin dan kelompok 2 adalah kelompok kecamatan hampir miskin.

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Hasil yang diperoleh pada penelitian mengenai pengelompokkan dan pemetaan kemiskinan di Kabupaten Jombang dengan kategori sangat miskin, miskin dan hampir miskin adalah :

Kecamatan sangat miskin :  
 Kecamatan Kudu, Kabuh dan Plandaan  
 Kecamatan miskin :  
 Kecamatan Mojowarno, Bareng, Wonosalam, Sumobito, Jogoroto, Jombang dan Megaluh  
 Kecamatan hampir miskin :  
 Kecamatan Bandar Kedung Mulyo, Perak, Gudo, Diwek, Ngoro, Mojoagung, Peterongan, Tembelang, Kesamben dan Ploso



Gambar 3. Peta Kabupaten Jombang Berdasarkan Hasil Metode Terbaik

Penelitian mengenai pengelompokkan dan pemetaan kemiskinan di Kabupaten Jombang sebaiknya dilakukan kembali karena data yang digunakan tidak mengandung keempat belas unsur indikator kemiskinan yang telah ditetapkan oleh BPS.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handaryatiningsih, W. 2003. *Pengelompokkan kecamatan di Surabaya*. Surabaya: Jurusan Statistika FMIPA-ITS.
- [2] Lin, Ching-Teng; Lee, George. 1996. *Neural Fuzzy Systems: A Neuro-Fuzzy Synergism to Intelligent Systems*. United States of America : Prentice Hall International Inc.
- [3] Johnson, R.A., and Wichern, D.W. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. United States of America : Pearson Prentice Hall.
- [4] Rencher, Alvin C. 2002. *Methods of Multivariate Analysis, Second edition*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- [5] Ross, 2005; Yan, 1994; Zimmerman, 1991. *Fuzzy C-Means untuk Clustering Data*. <http://p3m.amikom.ac.id>. (tanggal akses : 10 Oktober 2011).

# Aplikasi Promosi Dan Pencarian Rumah Tinggal Berbasis Android

Afan Galih Salman  
School of Computer Science  
Binus University  
Jakarta, Indonesia  
asalman@binus.edu

Stefanie  
School of Computer Science  
Binus University  
Jakarta, Indonesia

**Abstract** — Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun sebuah aplikasi mobile berbasis Android yang dapat mempermudah para penjual dan pembeli rumah dalam mempromosikan dan mencari rumah tinggal. Aplikasi mencakup sistem pencarian dan penjualan rumah. Penjual rumah akan memasukkan data-data rumah yang akan dijual. Selain dapat memasukkan informasi, penjual dapat langsung mengambil foto rumah melalui kamera telepon seluler mereka atau mengambil gambar dari galeri pada telepon seluler mereka. Penjual dapat untuk menyimpan terlebih dahulu data rumah yang ingin diposting atau langsung memposting data rumah yang sudah lengkap. Sebelum melakukan posting data, pengguna harus terlebih dahulu login kedalam sistem promosi dan pencarian rumah tinggal ini. Jika terjadi kesalahan saat memasukkan data, penjual dapat mengedit data yang telah mereka posting. Proses posting data rumah cepat dan dapat dilihat langsung oleh calon pembeli. Setelah mendapatkan informasi rumah yang diinginkan, calon pembeli dapat melihat informasi tersebut, berikut tampilan peta letak rumah yang dijual. Aplikasi ini diharapkan dapat memudahkan pengguna dalam menjual dan mencari rumah.

**Keywords:**  
*Mobile, Android, Promosi, Pencarian, Penjualan, Rumah Tinggal*

## I. PENDAHULUAN

Tempat tinggal merupakan kebutuhan pokok manusia. Beberapa tahun belakangan ini, mencari tempat tinggal yang sesuai dengan kriteria di daerah Jakarta sangat sulit. Jakarta dipenuhi gedung-gedung bertingkat seperti pusat perbelanjaan, gedung perkantoran, dan apartemen. Beberapa orang memilih tinggal di apartemen, namun tidak sedikit juga yang memilih tinggal di rumah. Rumah tinggal sebenarnya sudah tersedia, tetapi mencari rumah tinggal yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing orang memang sangat sulit. Calon pembeli harus mencari iklan penjualan rumah melalui surat kabar, majalah, ataupun situs internet. Hal ini menghambat pencarian rumah tinggal karena terlalu banyak waktu yang dihabiskan untuk membaca iklan penjualan rumah yang ada pada media-media yang berbeda dan kurang lengkapnya informasi yang disajikan. Padahal, sudah banyak iklan penjualan rumah, namun iklan tersebut tidak tersampaikan dengan baik karena

tidak adanya media promosi yang tepat untuk mempublikasikan iklan tersebut.

Seiring dengan berjalannya waktu, kebutuhan manusia yang bermacam-macam dan keinginan untuk menyelesaikan pekerjaan secara instan menuntut teknologi informasi terus berkembang untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat saat ini. Salah satu teknologi informasi yang mulai berkembang ialah teknologi *mobile*. Semakin berkembangnya teknologi *mobile* ini, mengakibatkan berbagai kalangan masyarakat mulai dari anak sekolah, kuliah, hingga pekerja kantoran di Indonesia, khususnya di ibukota Jakarta, semakin terikat dengan telepon seluler. Kebutuhan aplikasi pada smartphone pun akan semakin beragam dengan tipe konsumen yang berbeda-beda pula [6]. Saat ini, telepon seluler mempermudah penyampaian informasi dan lebih memiliki daya tarik sehingga sangat berguna dalam mempercepat berbagai pekerjaan dan portabilitas. Hal ini juga dikarenakan telepon seluler lebih sederhana dan mudah digunakan. Selain itu, aplikasi-aplikasi yang sudah ada sangat mendukung aktivitas manusia di berbagai bidang, khususnya dalam bidang hiburan, pendidikan, dan bisnis. Suatu aplikasi bisnis berbasis mobile harus mempunyai strategi dan fokus terhadap pelanggan mereka termasuk dalam hal pembelian rumah [7].

Rumah tinggal merupakan salah satu kebutuhan manusia yang semakin mendesak. Namun, informasi yang telah ada, baik melalui media cetak maupun elektronik, masih kurang mencukupi karena tidak dapat menyampaikan informasi dengan lengkap. Oleh karena itu, diperlukan sebuah aplikasi yang menyediakan suatu fitur untuk menyampaikan informasi mengenai rumah yang dijual secara lengkap bagi penjual yang ingin menjual rumahnya dan calon pembeli rumah dapat melihat informasi tersebut serta mencari rumah idamanya.

Oleh karena hal-hal yang telah disebutkan di atas, maka pada penulisan penelitian ini akan dilakukan analisis dan perancangan aplikasi yang difokuskan pada promosi dan pencarian rumah yang dilakukan oleh masyarakat atau pengguna. Sehubungan dengan kondisi masyarakat yang lebih sering menggunakan telepon seluler untuk keperluan sehari-harinya, maka akan lebih berguna jika aplikasi ini berbasiskan aplikasi *mobile*. Aplikasi promosi dan pencarian rumah tinggal ini akan lebih baik jika dibuat dengan berbasiskan Android. Hal ini dikarenakan, kemajuan teknologi Android yang semakin cepat, diminati, dan diterima oleh masyarakat.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

- a. merancang suatu aplikasi berbasis Android pada perangkat telepon seluler untuk membantu masyarakat mendapatkan informasi yang akurat, mudah, dan cepat mengenai rumah tinggal.
- b. sebagai media promosi alternatif yang fleksibel bagi penjual rumah.

## II. PERANCANGAN

### Metodologi Penelitian

#### 1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu:

##### a. Kuesioner

Pada tahapan ini, dibagikan kuesioner kepada sejumlah responden yang sedang atau pernah menjual dan mencari rumah tinggal di daerah Jakarta untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan. Daftar pertanyaan disiapkan untuk diberikan kepada responden. Informasi yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- Kebutuhan responden akan aplikasi *mobile* yang mempermudah promosi dan pencarian rumah tinggal.
- Informasi-informasi utama yang dibutuhkan oleh responden dalam pencarian rumah tinggal,
- Informasi-informasi utama yang perlu dimasukkan oleh responden yang ingin menjual rumah,
- Informasi tambahan yang dibutuhkan oleh responden.

##### b. Wawancara

Pada tahapan ini, daftar pertanyaan disiapkan untuk diberikan kepada responden yang telah menguji aplikasi yang dibangun untuk memperoleh umpan balik mengenai aplikasi tersebut. Informasi yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- Apakah aplikasi dapat bermanfaat untuk mempromosikan dan mencari rumah tinggal.
- Kelebihan dan kekurangan dari aplikasi.
- Apakah responden merasa kesulitan menggunakan aplikasi.
- Kritik dan saran dari pengguna mengenai aplikasi.

#### 2. Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan adalah dengan melakukan analisis hasil kuesioner dan wawancara.

#### 3. Metode Studi Pustaka

Metode studi pustaka merupakan metode pengumpulan informasi atau data dari kepustakaan dengan membaca buku-buku literatur dan karya tulis yang berkaitan dengan permasalahan yang ada.

#### 4. Metode Perancangan

Metode perancangan yang dilakukan menggunakan instrumen-instrumen sebagai berikut :

- Perancangan layar.
- Perancangan *Class Diagram*.
- Perancangan *Use Case Diagram*.
- Perancangan *Sequence Diagram*.
- Perancangan *Activity Diagram*.
- Perancangan *Deployment Diagram*.
- Perancangan *Database*.

#### 5. Metode Pengembangan

Metode pengembangan yang dilakukan menggunakan model proses *incremental*, dimulai dari komunikasi (pengumpulan kebutuhan pengguna), perencanaan pembangunan aplikasi, pemodelan aplikasi, konstruksi aplikasi, hingga penyebaran aplikasi yang telah dibangun.

Berikut ini merupakan tahapan perancangan aplikasi yang akan di-implementasikan. Perancangan aplikasi ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu deskripsi aplikasi dan komponen aplikasi.

### Deskripsi Aplikasi

Aplikasi mencakup sistem pencarian dan penjualan rumah. Penjual rumah akan memasukkan data-data rumah yang akan dijual. Selain dapat memasukkan informasi, penjual dapat langsung mengambil foto rumah melalui kamera telepon seluler mereka atau mengambil gambar dari galeri pada telepon seluler mereka. Penjual dapat untuk menyimpan terlebih dahulu data rumah yang ingin diposting jika belum lengkap, atau langsung memposting data rumah yang sudah lengkap. Sebelum melakukan posting data, pengguna harus terlebih dahulu login kedalam sistem promosi dan pencarian rumah tinggal ini. Jika terjadi kesalahan saat memasukkan data, penjual dapat mengedit data yang telah mereka posting. Proses posting data rumah tidak memakan waktu yang lama dan dapat dilihat langsung oleh calon pembeli.

Calon pembeli yang telah melakukan login, dapat langsung mencari rumah melalui aplikasi tersebut. Setelah mendapatkan informasi rumah yang diinginkan, calon pembeli dapat melihat informasi tersebut, berikut tampilan peta letak rumah yang dijual. Calon pembeli dapat menyimpan data rumah yang diinginkan, sehingga dapat dilihat kemudian tanpa perlu melakukan login. Calon pembeli dapat menekan nomor telepon penjual yang telah disediakan untuk menghubungi penjual rumah.

### Komponen Aplikasi

Berikut akan dijelaskan mengenai komponen dari aplikasi yang akan diimplementasikan. Komponen yang akan dijelaskan adalah bahasa pemrograman yang digunakan, aplikasi *web server*, dan aplikasi *database*, aplikasi telepon seluler, dan aplikasi *website back end*.

### Bahasa Pemrograman

Aplikasi promosi dan pencarian rumah tinggal ini digunakan pada telepon seluler berbasis sistem operasi Android sehingga menggunakan bahasa pemrograman Java. *Web server* yang dibangun menggunakan *framework Hibernate* yang didukung dengan bahasa pemrograman Java.

**a. Aplikasi Web Server**

*Web server* yang digunakan adalah Apache Tomcat Web Server dengan menggunakan *framework Hibernate*[1].

**b. Aplikasi Database**

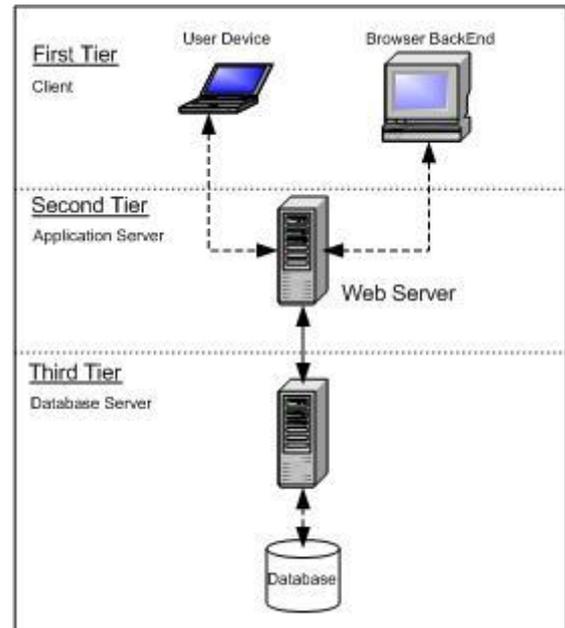
Aplikasi *database* dibutuhkan untuk mengelola data dari pengguna aplikasi. Aplikasi *database* yang digunakan pada sisi *server* adalah MySQL sedangkan pada telepon seluler digunakan SQLite[6]

**c. Aplikasi Telepon Seluler**

Aplikasi telepon seluler berbasis Android 2.2 (Froyo)[3]. Aplikasi telepon seluler ini akan terhubung dengan *web service* melalui koneksi SOAP[5].

**d. Aplikasi Website Back End**

Aplikasi *website Back End* menggunakan bahasa pemrograman JSP dengan teknologi Servlet dan JavaScript[4].



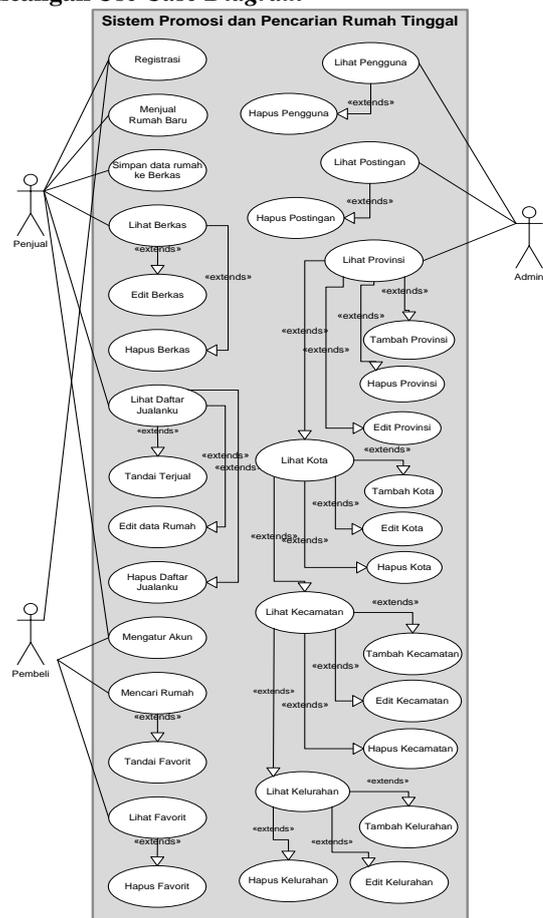
Gambar 1. Arsitektur Three-Tier Client-Server Aplikasi

### Arsitektur Aplikasi

Arsitektur aplikasi yang digunakan adalah arsitektur *Three-Tier Client-Server* dimana terdapat 3 lapisan[2], yaitu :

- Lapisan antarmuka pengguna yang berupa aplikasi telepon seluler berbasis Android untuk pengguna dan *website* untuk *back end* .
- Lapisan *application server* yang berupa *web server*. *Web server* ini melakukan proses *business logic* melalui *web service* dan *servlet* serta melakukan *data processing logic* dengan menggunakan *framework Hibernate*.
- *Database server* yang menggunakan *database MySQL*.

### Perancangan Use Case Diagram



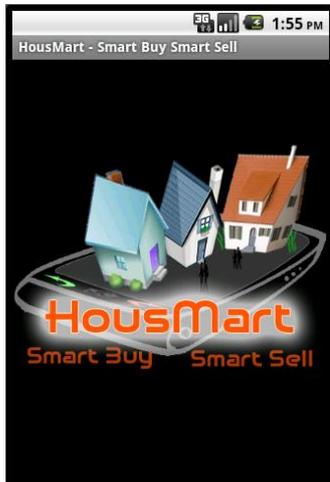
Gambar 2. Use Case Diagram

Use case diagram pada gambar 2 merupakan rancangan fitur-fitur yang dapat diakses oleh pengguna, penjual dan admin.

### III. IMPLEMENTASI

Berikut ini merupakan hasil aplikasi HousMart berupa *screenshot* pada telepon seluler Samsung Galaxy Spica GT-i5700 dengan sistem operasi Android Froyo 2.2.

#### Beranda



Gambar 3. Layar Pembuka

Pada saat pengguna membuka aplikasi HousMart, akan muncul layar splash screen dengan logo HousMart sebagai layar pembuka seperti pada gambar 3 di atas. Splash screen tersebut akan tertutup secara otomatis. Halaman beranda akan terbuka setelah splash screen tersebut tertutup.

#### Beranda sebelum login



Gambar 4. Layar Beranda sebelum Login

Halaman beranda yang tampak pada gambar 4 merupakan halaman beranda sebelum pengguna melakukan Login. Pengguna dapat melakukan Login dengan menekan tombol "Login" dan melakukan Registrasi dengan menekan tombol "Registrasi" yang ada pada *header*. Pada halaman beranda sebelum login ini, terdapat 3 menu utama, yaitu **Jual Rumah**, **Favorit**, dan **Berkas**.

Menu **Jual Rumah** adalah menu untuk mengisi data rumah yang akan dijual oleh pengguna (penjual).

Menu **Favorit** adalah menu untuk melihat daftar rumah yang telah ditandai sebagai favorit oleh pengguna (pembeli).

Menu **Berkas** adalah menu untuk melihat daftar rumah yang belum di-*upload* oleh pengguna (penjual).

Halaman Cari Rumah akan muncul setelah memilih menu **Cari Rumah**. Halaman ini mempunyai 2 menu, yaitu, **Lihat Semua Rumah dan Berdasarkan Kriteria**

#### Menu Lihat Semua Rumah



Gambar 5 Layar Daftar Semua Rumah

Menu **Lihat Semua Rumah** akan menampilkan halaman Daftar Semua Rumah yang berisi semua rumah yang terdaftar seperti tampak pada gambar 5.

#### Menu Berdasarkan Kriteria



Gambar 6. Layar Buat Kriteria Pencarian

Menu **Berdasarkan Kriteria** akan menampilkan halaman Buat Kriteria seperti tampak pada gambar 6. Pengguna dapat membuat kriteria sesuai dengan kriteria telah disediakan (Kisaran Harga, Kisaran Luas Bangunan, Kisaran Luas Tanah, dan Daerah Rumah)

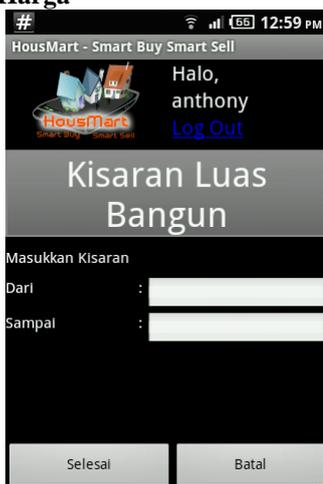
### Menu Kisaran Harga



Gambar 7. Layar Kisaran Harga

Menu **Kisaran Harga** akan menampilkan halaman kriteria Kisaran Harga seperti tampak pada gambar 7.. Pengguna diminta untuk mengisi kisaran harga dari dan sampai sekian rupiah lalu menekan tombol “Selesai”.

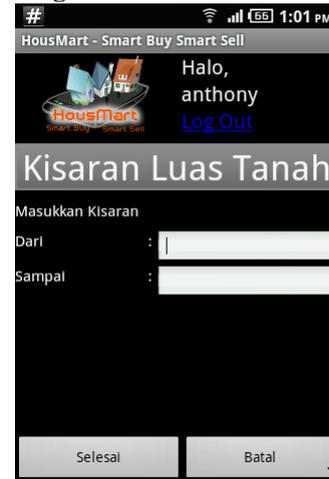
### Menu Kisaran Harga



Gambar 8. Layar Kisaran Luas Bangunan

Menu **Kisaran Luas Bangunan** akan menampilkan halaman kriteria Kisaran Luas Bangunan seperti tampak pada gambar 8. Pengguna diminta untuk mengisi kisaran luas bangunan dari dan sampai sekian m<sup>2</sup> lalu menekan tombol “Selesai”.

### Menu Kisaran Harga



Gambar 9. Layar Kisaran Luas Tanah

Menu **Kisaran Luas Tanah** akan menampilkan halaman kriteria Kisaran Tanah seperti tampak pada gambar 9. Pengguna diminta untuk mengisi kisaran luas tanah dari dan sampai sekian m<sup>2</sup> lalu menekan tombol “Selesai”.

### Menu Daerah Rumah



Gambar 10. Layar Masukkan Daerah

Menu **Masukkan Daerah** akan menampilkan halaman kriteria Masukkan Daerah seperti tampak pada gambar 10. Pengguna diminta untuk memilih kisaran daerah (provinsi, kota, kecamatan, atau kelurahan), kemudian memilih provinsi, kota, kecamatan, atau kelurahan. Lalu pengguna menekan tombol “Selesai”.

Setelah membuat kriteria pencarian, pengguna menekan tombol “Lakukan Pencarian” untuk melakukan pencarian rumah sesuai dengan kriteria yang diinginkan.

### Tampilan Layar Website Back End

Berikut ini merupakan hasil tampilan *website* untuk *Back End* berupa *screenshot* dengan menggunakan *web browser* Mozilla Firefox v7.0.1

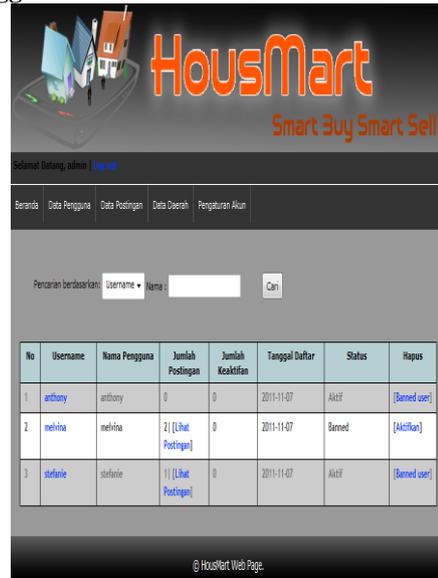
## Login



Gambar 11 Layar Login Admin

Pada saat admin memasuki web, maka akan muncul halaman Login seperti tampak pada gambar 11. Admin diminta untuk mengisi *username* dan *password*.

## Data Pengguna



Gambar 13 Layar Data Pengguna

Menu **Data Pengguna** gambar 13 akan menampilkan halaman yang berisi daftar pengguna yang terdaftar pada aplikasi HousMart. Admin juga dapat membuat pengguna tersebut menjadi non-aktif dengan mengklik “Banned user” dan mengaktifkan kembali dengan mengklik “Aktifkan”.

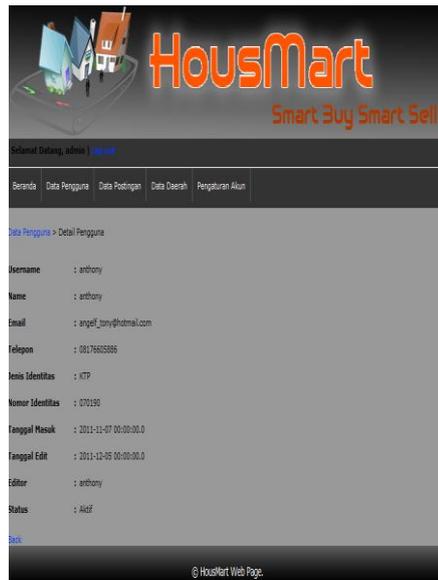
## Beranda



Gambar 12 Layar Beranda Admin

Pada halaman Beranda gambar 12, web akan menampilkan data pengguna dan postingan yang terbaru. Terdapat beberapa pilihan menu :

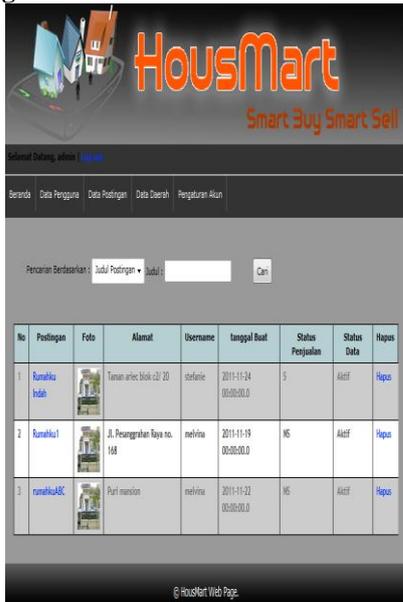
- Menu **Data Pengguna** adalah menu untuk melihat daftar pengguna.
- Menu **Data Postingan** adalah menu untuk melihat daftar postingan rumah (penjual).
- Menu **Data Daerah** adalah menu untuk melihat daerah (provinsi, kota, kecamatan, dan kelurahan) yang terdaftar.
- Menu **Pengaturan Akun** adalah menu untuk mengedit data akun.



Gambar 14 Layar Detail Pengguna

Pemilihan salah satu pengguna dengan mengklik *username* akan menampilkan detail pengguna seperti tampak pada gambar 14.

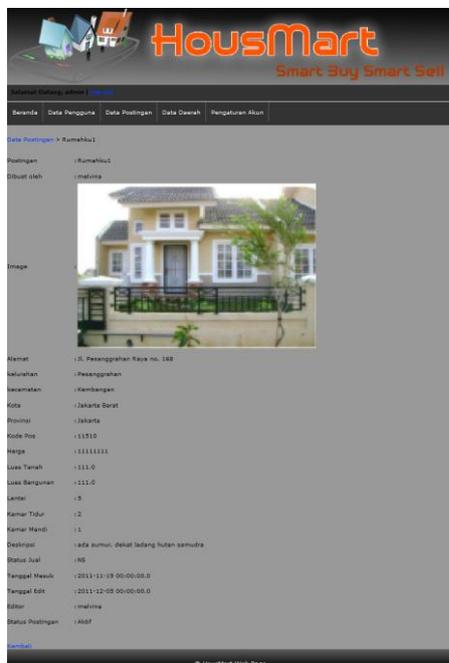
Data Postingan



Gambar 15 Layar Data Postingan

Menu **Data Postingan** pada gambar 15 akan menampilkan halaman yang berisi daftar postingan yang ada pada aplikasi HousMart. Admin juga dapat menghapus postingan tersebut dengan mengklik “Hapus” dan mengaktifkan kembali dengan mengklik “Aktifkan”.

Pemilihan salah satu postingan dengan mengklik judul postingan akan menampilkan detail postingan seperti tampak pada gambar 16.



Gambar 16 Layar Detail Postingan

IV. SIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil evaluasi aplikasi HousMart yang telah dipaparkan dalam bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik simpulan bahwa:

1. Aplikasi HousMart yang berbasis Android pada perangkat telepon seluler membantu masyarakat mendapatkan informasi yang akurat, mudah, dan cepat mengenai rumah tinggal.
2. Aplikasi HousMart dapat menjadi media promosi alternatif yang fleksibel bagi penjual rumah.

Berdasarkan hasil implementasi, evaluasi implementasi, dan simpulan-simpulan di atas, terdapat saran yang dapat diajukan untuk pengembangan selanjutnya antara lain:

1. Aplikasi perlu dikembangkan untuk mendukung ruang lingkup jual beli rumah yang lebih luas.
2. Aplikasi perlu dikembangkan untuk mendukung fitur komentar dan *inbox* agar lebih memudahkan penjual dan pembeli dalam berkomunikasi, di samping adanya fitur telepon.
3. Aplikasi perlu dikembangkan untuk mendukung fitur *rating* penjual yang dapat dipercaya.
4. Aplikasi perlu dikembangkan untuk mendukung fitur galeri foto rumah yang dijual.
5. Aplikasi perlu dikembangkan dengan menambahkan detail harga jual rumah, seperti perhitungan PPN, BPHTB, PPH, biaya surat-surat, dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bauer, C. and King, G. (2005). *Hibernate in Action*. Greenwich: Manning Publications Co.
- [2] Connolly, T.M. and Begg, C.E. (2005). *Database Systems A Practical Approach to Design, Implementation and Management*. (5<sup>th</sup> edition). Harlow: Addison-Wesley.
- [3] DiMarzio, J.F. (2008). *Android: A Programmer's Guide*. USA: McGraw-Hill..
- [4] Eaglestone, B. and Ridley, M. (2001). *Web Database Systems*. UK: McGraw-Hill.
- [5] Graham, S., Simeonov, S., Boubez, T., Davis, D., Daniels, G., Nakamura, Y. and Neyama, R. (2001). *Building Web Services with Java: Making Sense of XML, SOAP, WSDL, and UDDI*. USA: Sams Publishing.
- [6] Osman et.all (21011)., *Consumer Behaviors toward Usage of Smartphone in Malaysia*, International Conference on Software and Computer Applications IPCSIT vol.9 IACSIT Press, Singapore.
- [7] Persaud, (2012) *Innovative Mobile Marketing via Smartphones: Are Consumers Ready*, Marketing Intelligence & Planning, Vol. 30 Iss: 4
- [8] Welling, L., & Thomson, L. (2009). *PHP and MySQL Web Development* (4th ed.). Boston: Pearson Education.

# Implementasi WSRF untuk *Large Integer Factorization* pada Aplikasi Grid Computing

Jurike V. Moniaga  
School of Computer Science  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia  
jurike@binus.edu

Widodo Budiharto  
School of Computer Science  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia  
wbudiharto@binus.edu

*Abstrak— Grid computing ialah teknologi komputasi terdistribusi yang memanfaatkan sumber daya yang terhubung melalui jaringan komputer secara bebas namun terkoordinasi dengan mekanisme tertentu. Pembangunan infrastruktur Grid Computing tidaklah mudah, karena membutuhkan kemampuan dan pengalaman di dalam instalasi dan konfigurasi program berbasis Linux dan Open source. Pada penelitian ini, penulis membangun infrastruktur Grid Computing berbasis Debian 4, dan menggunakan Globus Toolkit 4.1.2 pada 3 buah komputer. Teknologi WSRF untuk pencarian Large Integer Factorization (LIF) dicoba untuk dijalankan sebagai indikasi bahwa infrastruktur Grid sudah sukses dibangun. Berdasarkan percobaan, grid computing dapat dijalankan dengan baik pada 3 komputer tersebut dengan user interface sistem grid berbasis web menggunakan UCLA Grid Portal. Secara keseluruhan sistem berjalan dengan baik, aplikasi yang dibuat mampu menjalanka alogrimta LIF menggunakan quadratic sieve.*

**Kata kunci:** *grid computing, Globus Toolkit, WSRF, UCLA Grid Portal*

## I. PENDAHULUAN

Pesatnya kebutuhan akan sumberdaya komputer skala besar, telah melahirkan berbagai macam teknologi komputer terkini, antara lain teknologi komputasi tersebar (distributed computing). Grid computing hadir untuk mengatasi keterbatasan sumberdaya komputer untuk melakukan proses komputasi skala besar. Penerapan superkomputer dalam beberapa hal sangat tidak realistis karena harganya yang sangat mahal. Dengan grid computing, user dapat menggunakan semua komputer yang tersedia dan terhubung pada jaringan komputer untuk membantu komputasi data skala besar. Untuk mewujudkan ini, dibutuhkan perangkat dan software sebagai pengendali aplikasi ini.

Banyak perangkat bantu dibuat guna mengembangkan aplikasi tersebar /parallel tersebut, diantaranya ialah menggunakan MPI (Message Passing Interface ) yang dijalankan pada infrastruktur grid. Pada paper ini, penulis mencoba dan mengevaluasi penerapan Globus Toolkit 4.1.2 untuk aplikasi Grid Computing. Oleh karena itu, penulis ingin mencoba mengevaluasi perangkat tersebut sebagai sarana belajar. Penelitian ini sangat penting, karena jika infrastruktur ini telah berjalan, maka penulis dapat melakukan berbagai penelitian di bidang Grid Computing..

## II. TEKNOLOGI GRID COMPUTING

### A. Konsep Grid Computing

Cluster dan grid computing mengalami pertumbuhan pesat pada seluruh aplikasi seperti aplikasi akademis, ilmiah, teknik dan komersial. Grid computing ialah konsep membangun organisasi virtual atau supercomputer terdistribusi atau computer dengan output tinggi menggunakan sumber daya yang terhubung pada jaringan komputer di dunia[1]. Grid computing merupakan teknologi baru di dalam ilmu komputer yang merupakan pengembangan baru dari distributed networking. Grid computing menurut IBM dapat dijelaskan sebagai:

Grid computing mengizinkan kita untuk menggabungkan server, storage system, dan jaringan ke dalam sebuah system besar sehingga kita dapat memberikan sebuah sistem dengan kekuatan besar ke sebuah tujuan komputasi spesifik[2]

Konsep grid dan teknologinya sendiri masih baru, pertama kali dikemukakan oleh Ian Foster dan Kesselman pada 1998 melalui bukunya[3]. Sebelum ini, usaha untuk menggabungkan sumber daya terdistribusi pada area luas dikenal sebagai metacomputing. Pada tahun 1998, Ian Foster dan Carl Kesselman memberikan definisi awal pada bukunya yaitu :

“A computational grid is a hardware and software infrastructure that provides dependable, consistent, pervasive and inexpensive access to high end computational capabilities”

Pada tahun 2001 [4], Ian Foster, Kesselman dan Tuecke mendefinisikan ulang grid sebagai

“Coordinated resource sharing and problem solving in dynamic, multi-institutional virtual organizations”.

Foster lalu membuat sebuah checklist[5] yang dapat digunakan untuk memahami secara tepat apakah yang dapat diidentifikasi sebagai system grid, dengan membagi menjadi 3 bagian. Bagian pertama, ialah ada sharing sumberdaya terkoordinasi dengan tanpa titik control tersentralisasi di dalam domain administrative berbeda, jika hal tersebut tidak benar, maka sistem tersebut bukan termasuk system grid. Bagian kedua, jika menggunakan standar, open , protocol dan antarmuka umum. Bagian ke 3 ialah mengecek apakah sistem tersebut menjalankan kualitas layanan non trivial yang lebih

menguntungkan dibandingkan komponen individual. Layanan ini dapat diasosiasikan dengan throughput, response time, meantime between failure, security atau hal lainnya.

Tujuan utama dari sebuah grid ialah memvirtualisasi sumber daya untuk mengatasi masalah sains dan teknik. Sumber daya utama grid computing didesain untuk memberikan akses antara lain:

- Computing/processing power
- Data storage/networked file system
- Komunikasi dan bandwidth
- Software aplikasi

Terdapat 6 komponen utama dari grid computing :

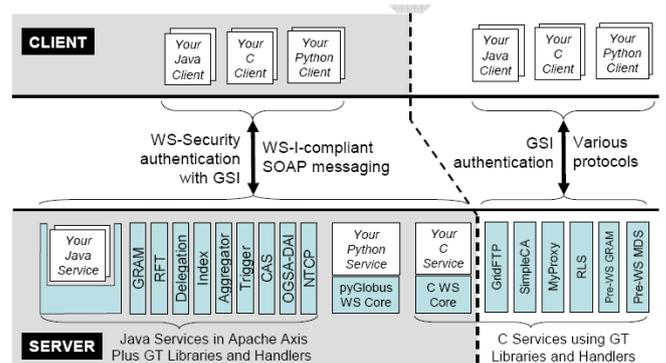
- Security
- User Interface
- Workload management
- Scheduler
- Data Management
- Resource Management

**B. OGSA**

The template is used to format your paper and style the text. All margins, column widths, line spaces, and text fonts are prescribed; please do not alter them. You may note peculiarities. For example, the head margin in this template measures proportionately more than is customary. This measurement and others are deliberate, using specifications that anticipate your paper as one part of the entire proceedings, and not as an independent document. Please do not revise any of the current designations.

**C. Globus Toolkit**

Globus Toolkit ialah sebuah software toolkit yang dibangun oleh The Globus Alliance[6], dimana dapat digunakan untuk memabngun system Grid. Globus Toolkit 4 ialah tollkit open source yang diorganisasikan sebagai sekumpulan komponen *loosely coupled*. Komponen ini terdiri dari layanan, library pemrograman dan tool pengembangan yang didesain untuk membangun aplikasi berbasis Grid. Komponen diatas berjalan pada platform Linux. Berikut ini merupakan arsitektur dari Globus Toolkit 4:



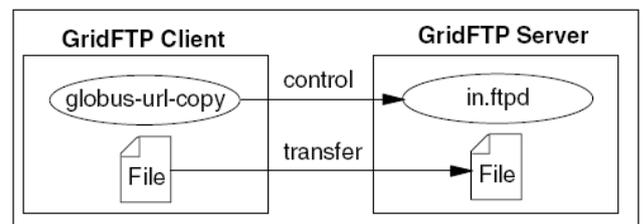
Gambar 1. Arsitektur GT 4 service [6]

Komponen utama dari GT antara lain :

- GSI (Grid Security Infrastructure )
- Data Management
- Execution Management
- Information Services

Salah satu fitur Grid yaitu GridFTP yang dapat menyedikana transfer data yang aman dan reliable diantara host grid. Protokol tersebut merupakan pengembangan dari FTP untuk menyediakan fitur tambahan seperti :

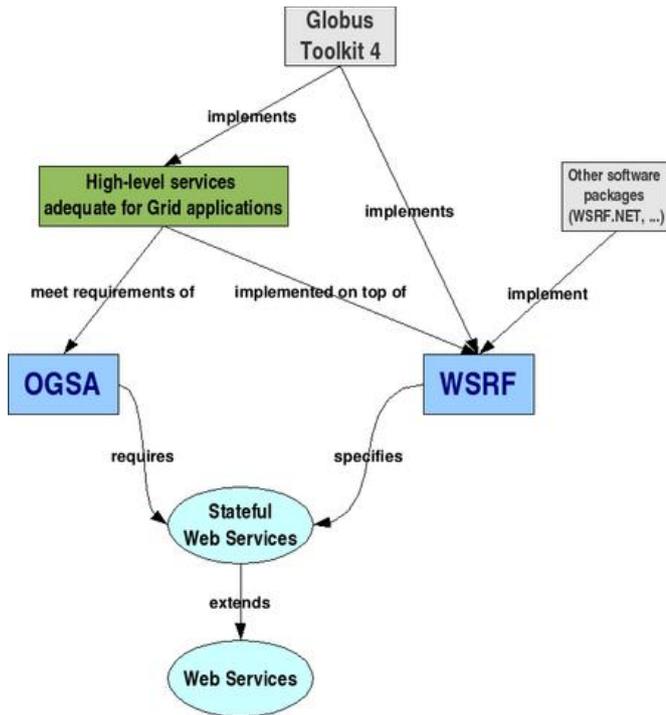
- Grid Security Infrastructure (GSI) and Kerberos support yang memungkinkan kedua tipe autentikasi
- Transfer data third-party mengizinkan sebuah third party mentransfer file diantara server-server.
- Transfer data parallel menggunakan TCP stream akan meningkatkan bandwidth secara agregat.



Gambar 2. Standar transfer file

**D. WSRF (Web Services Resource Framework)**

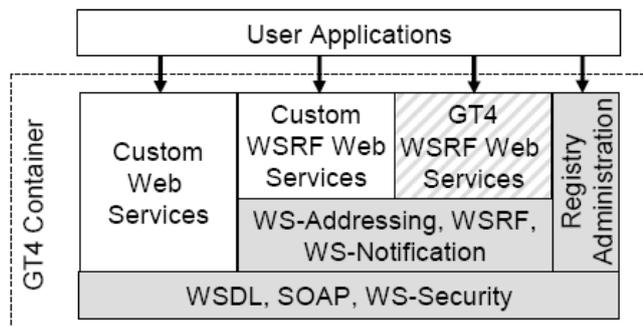
WSRF merupakan sebuah spesifikasi dari OASIS. WSRF menentukan bagaimana kita dapat membuat web services menjadi stateful. Hubungan antara OGSA dan WSRF ialah WSRF menyediakan stateful services yang dibutuhkan oleh OGSA.



Gambar 3. Hubungan Antara OGSA, GT4, WSRF dan Web Services

Web service ialah komponen software yang dapat berinteraksi antar komputer dengan sebuah alamat jaringan yang dideskripsikan pada Web Service Description Language [3]. Interaksi service tersebut dideskripsikan menggunakan Simple Object Access Protocol (SOAP). Spesifikasi WSRF mendefinisikan framework terbuka untuk pemodelan dan pengaksesan sumber stateful menggunakan web services.

Untuk membangun aplikasi grid yang tersimpan pada container GT4, dibutuhkan program java /C yang diprogram menggunakan web services, serta menggunakan protocol Simple Object Access Protocol (SOAP) seperti gambar berikut:



Gambar 4. Java GT 4 container

### III. METODE YANG DIUSULKAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini ialah dengan melakukan studi literature dari teknologi grid computing yang berkembang, lalu melakukan eksperimen dengan melakukan instalasi software Globus pada 3 buah komputer bernama nodeA, NodeB dan NodeC. Terlebih dahulu

komputer harus dihubungkan melalui jaringan dan harus dibuat DNS server dengan nama percobaan ui.ac.id.

TABEL 1. SPEFISIKASI HARDWARE DAN SOFTWARE YANG DIGUNAKAN

No	Nama	IP	Keterangan
1	NodeA • Laptop PIV 1 • Memory 1G	192.168.0.1	- Debian 4/Fedore Core - GT 4.1.2 - UCLA Grid Portal
2	NodeB • PC PIV • Memory 1 M	192.168.0.2	- Debian 4 - UCLA Grid Portal - GT 4.1.2
3	NodeC • Laptop PIV • Memory 512M	192.168.0.3	- Debian 4 - GT 4.1.2

#### A. WSRF untuk aplikasi Large Integer Factorization (LIF)

Metode kriptografi saat ini seperti Secure Socket Layer (SSL) dan lainnya membutuhkan kemampuan computer untuk proses pemfaktoran bilangan yang sangat besar. Large integer factorization berbasis WSRF pertama kali menggunakan quadratic sieve. Dengan program ujicoba yang digunakan berbasiskan [8].

#### B. Proses Instalasi dan Konfigurasi

Untuk membangun infrastruktur Grid, diperlukan paket yang lengkap, dengan software utamanya ialah:

- Sistem Operasi Debian 4.0 etch
- Fedore Core 4
- UCLA Grid Portal
- GT 4.1.2

### IV. HASIL EKSPERIMEN

Untuk mencoba menjalankan GLobus yang sudah diinstal, maka berikan perintah start untuk menjalankan container Globus:

```

root@nodec:~# chmod +x /etc/init.d/globus-4.1.2
root@Nodec:~# /etc/init.d/globus-4.1.2 start
Starting Globus container. PID: 29985
    
```

Untuk melihat log dari container tersebut, dapat digunakan perintah berikut :

```

root@nodec:~# cat /usr/local/globus-4.1.2/var/container.log
2005-11-15 08:48:00,886 ERROR service.ReliableFileTransferImpl
[main,<init>;:68]
    
```

Unable to setup database driver with pooling.A connection error has occurred:

FATAL: no pg\_hba.conf entry for host "140.221.8.31", user "globus", database "rftDatabase", SSL off

2005-11-15 08:48:02,183 WARN service.ReliableFileTransferHome [main.initialize:97]

All RFT requests will fail and all GRAM jobs that require file staging will fail.

A connection error has occurred: FATAL: no pg\_hba.conf entry for host "140.221.8.31", user "globus", database "rftDatabase", SSL off

Starting SOAP server at: <https://192.168.0.3:8443/wsrf/services/>

With the following services:

[1]: <https://192.168.0.3:8443/wsrf/services/TriggerFactoryService>

[2]: <https://192.168.0.3:8443/wsrf/services/DelegationTestService>

[3]: <https://192.168.0.3:8443/wsrf/services/SecureCounterService>

[4]: <https://192.168.0.3:8443/wsrf/services/IndexServiceEntry>

...

Pesan diatas menandakan server AXIS sudah berjalan, dan beberapa web services sudah aktif. Untuk mencoba menjalankan aplikasi WSRF pada klien, gunakan perintah :

```
bacon@nodec $ : export JAVA_HOME /usr/java/jdk1.5.0_16
bacon@nodec$ : export ANT_HOME /usr/local/apache-ant-1.6.5/
bacon@nodec$ : export PATH
$ANT_HOME/bin:$JAVA_HOME/bin:$PATH
bacon@nodec$ : counter-client -s https://nodec.ui.ac.ui.id
:8443/wsrf/services/CounterService
Got notification with value: 3
Counter has value: 3
Got notification with value: 13
```

Dari tampilan program diatas, terlihat bahwa klien sudah dapat mengakses method web

services bernama CounterService yang ada di server. Berdasarkan pengalaman, infrstruktur grid ini hanya berjalan kita semua paket pendukungnya diinstal secara lengkap dan benar, oleh karena itu perlu diperhatikan pada saat instalasi program di tiap komputer.

Selanjutnya method web services inilah yang dapat digunakan oleh siapa saja untuk melakukan komputasi data berbasis grid computing.

Sedangkan untuk ujicoba service LIF, dengan perintah :

```
C:\LIFService 556158012756522140970101270050308458769458529626977
```

Hasilnya adalah :

```
556158012756522140970101270050308458769458529626977=44981859114
1*1236405128000120870775846228354119184397
```

## V. SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian eksperimen ini, dapat diambil kesimpulan:

1. Instalasi infrastruktur Grid computing membutuhkan konfigurasi DNS server yang benar.
2. Certificate Authority (CA) sangat diperlukan pada saat instalasi dan konfigurasi Globus Toolkit 4.0
3. Infrastruktur Grid computing dapat dicoba menggunakan 3 buah komputer sebagai sarana belajar teknologi tersebut.
4. Large Integer Factorization (LIF) dapat menggunakan WSRF menggunakan algoritma quadratic sieve.

Sebagai saran untuk penelitian lanjutan atau panduan untuk pemula yang ingin membangun grid computing:

1. Perlu memahami secara mendalam instalasi di dan administrasi Linux Debian dan Fedora.
2. Menggali berbagai sumber baik buku dan internet tentang proses instalasi hingga tantangan pengembangan Grid Computing.
3. Melakukan instalasi tambahan paket MPI untuk dapat menjalankan program parallel berbasis bahasa C/Fortran.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lee C., R. Buyya. (2002). Special Issue on Cluster Computing and the Grid. Journal of Future Generation Computing Systems, Elsevier Science, Volume 18, Issue 4.
- [2] IBM Corporation, [www.ibm.com](http://www.ibm.com), diakses 10 januari 2012
- [3] Ian Foster and Carl Kesselman. (1998). The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure, 1st edition, Kaufmann Publishers, San Francisco, USA.
- [4] Maozhen Li and Mark Baker. (2005). The Grid Core Technologies, Wiley Publisher, England.
- [5] Grid Checklist, <http://www.gridtoday.com/02/0722/100136.html> diakses 12 Januari 2012.
- [6] The globus Alliance, <http://www.globus.org>, diakses 12 Januari 2012.
- [7] Borja Sotomayor & Lisa Childers. (2006). Globus Toolkit 4 Programming Java Services, Morgan Kaufmann.
- [8] Vladimir Silva, Grid Computing for Developers, Thompson Delmar Learning publisher, 2006.

# Memenangkan Persaingan Global Dengan Penerapan System ERP Pada Industri (Studi kasus : Aplikasi ERP Inventory PT. Pan Brothers, Tbk)

**Santo Fernandi Wijaya**

Jurusan Sistem Informasi, BINUS University  
Jalan KH Syahdan No.9 Palmerah Jakarta 11480  
telp (021) 5345830, Faks (021) 5300244  
email : santofwijaya@yahoo.com

**Hendra Alianto**

Jurusan Sistem Informasi, BINUS University  
Jalan KH Syahdan No.9 Palmerah Jakarta 11480  
telp (021) 5345830, Faks (021) 5300244  
email : hendraalianto@yahoo.com

**Abstract** - Salah satu upaya memenangkan persaingan dalam era globalisasi ini adalah penerapan sistem informasi. Kehadiran suatu sistem informasi sudah merupakan hal penting dan mendesak dalam upaya untuk meningkatkan cara kerja yang lebih efisiensi dan efektif dalam memperoleh informasi yang dibutuhkan untuk pengambilan keputusan strategis. Dampak penerapan sistem informasi ini terjadi perubahan proses bisnis. Perubahan ini akan mempengaruhi pola kerja dan budaya perusahaan. Khususnya perusahaan industri, dengan penerapan sistem informasi akan memiliki potensi dalam meningkatkan kinerja industri dengan terjadinya hadir pekerjaan yang lebih efisien dan efektif. Para eksekutif perusahaan sudah menyadari dan berupa untuk membangun sistem informasi terintegrasi berbasis ERP (*Enterprise Resource Planning*) merupakan salah satu alternatif solusi yang tepat untuk memenangkan persaingan global.

**Keywords :**

*Persaingan Global, Esensi ERP*

## I. PENDAHULUAN

Sistem ERP akan menjadi harta berharga bagi perusahaan, bila penerapan system ERP dapat berhasil baik. Sistem ERP merupakan paket aplikasi program terintegrasi, multi modul yang dirancang untuk melayani dan mendukung berbagai fungsi dalam perusahaan (*to serve and support multiple business functions*), dengan tujuan agar aktivitas bisnis menjadi lebih efisien dan efektif, serta dapat memberikan pelayanan lebih bagi pelanggan, yang akhirnya dapat memberikan keuntungan maksimal bagi Perusahaan. Sistem ERP akan memberikan nilai tambah signifikan bagi perusahaan untuk dapat berkompetitif dan memenangkan persaingan global.

Untuk mencapai hal tersebut, maka harus diperhatikan dengan serius terhadap peranan sistem informasi dan pengaruh perubahan organisasi agar penerapan sistem ERP dapat berdayaguna.

## II. PERSAINGAN GLOBAL

Dampak signifikan dalam persaingan global, akan menuntut dunia industri untuk bersikap mau tidak mau, suka tidak suka, untuk harus berpacu mencapai tingkat efisiensi dan efektif dalam menjalankan operasional bisnis. Salah satu terobosan yang harus dilakukan untuk meningkatkan hasil pekerjaan menjadi lebih efisiensi dan efektif tersebut adalah penerapan sistem ERP. Dengan sistem ERP akan diperoleh informasi akurat, uptodate dan informatif untuk mendukung pengambilan keputusan strategis. Untuk itu, sistem ERP berbasis web yang didukung perangkat teknologi informasi modern, seperti dikenal istilah ICT (*Information Communication Technology*). Dengan penggunaan perangkat ICT ini, maka fungsi manajemen perusahaan dapat memperoleh berbagai informasi sesuai kebutuhan tanpa dibatasi waktu, lokasi dan tempat.

[1] Dukungan penggunaan teknologi informasi akan membantu fungsi manajerial dan pimpinan puncak perusahaan dalam menyelesaikan pekerjaan rutin secara cepat, tepat, dan akurat dengan tersedianya informasi sesuai kebutuhan untuk mendukung pengambilan keputusan strategis dan penentuan alternatif solusi bisnis.

### Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan penelitian ini bertujuan untuk membahas bagaimana upaya memenangkan persaingan global dengan penerapan sistem ERP pada industri (studi kasus : aplikasi ERP modul Inventory pada PT. Pan Brothers, Tbk)

### Metodologi Penelitian

Penelitian ini disamping menggunakan metode studi kepustakaan, yaitu beberapa literatur yang berkaitan sistem ERP sebagai referensi, juga berdasarkan pengamatan langsung dan pengalaman penulis sebagai praktisi dan konsultan di bidang Sistem Informasi khususnya dalam implementasi pengembangan sistem ERP

### III. ESENSI SISTEM ERP PADA INDUSTRI

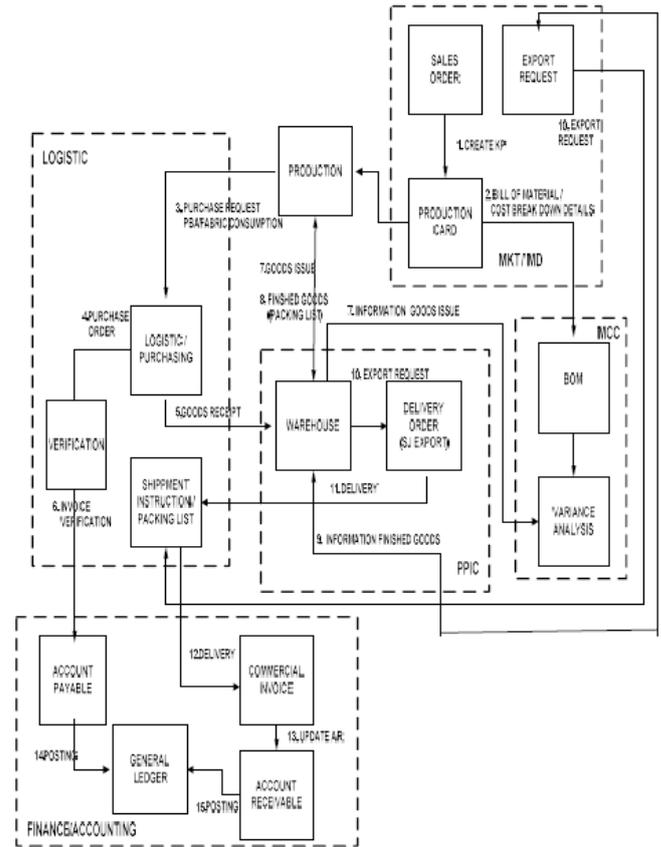
[3] Esensi sistem ERP dalam bisnis adalah proses perubahan yang terjadi dalam upaya penyempurnaan proses bisnis yang dilakukan secara terus menerus untuk mendukung strategis bisnis. Kesuksesan penerapan ERP merupakan akibat dari keberhasilan pelaksanaan tahapan implementasi ERP. Implementasi ERP akan berdampak pada perubahan proses bisnis, perubahan pola kerja, bahkan sampai terjadi perubahan budaya perusahaan. Perubahan tersebut, akan berdampak terhadap fungsi manajerial untuk tidak disibukan dalam pengumpulan data untuk membuat suatu laporan, tetapi sebaliknya fungsi manajerial lebih berperan untuk mengelola informasi yang sudah tersedia untuk memberikan ide-ide inovatif dalam pengambilan keputusan yang mendukung strategis bisnis.

#### Sistem ERP PT. Pan Brothers, Tbk

PT Pan Brothers, Tbk menawarkan saham dan terdaftar di Bursa Saham Indonesia sejak 1990. PT. Pan Brothers, Tbk merupakan Perusahaan dalam industri busana berbagai kategori garmen dengan berorientasi 100% ekspor. Dengan Visi untuk menjadi perusahaan penyuplai busana terpadu dan mendunia. Dan Misi adalah meningkatkan kinerja dan produk dengan menerapkan manajemen terbaik, menciptakan peluang terbaik bagi para karyawan untuk mengembangkan potensi secara maksimal, meningkatkan secara maksimal nilai investasi para pemegang saham dan memberikan kesempatan yang menarik, meningkatkan tata kelola perseroan yang baik, memanfaatkan sumber daya keuangan secara efisien, mempertahankan kepemimpinan dibidang penyuplai busana serta memasok produk-produk bermutu dengan harga pantas, memberikan kontribusi aktif untuk membangun perekonomian Indonesia.

Untuk mencapai visi dan misi tersebut, maka manajemen perusahaan melakukan berbagai upaya untuk penyempurnaan proses bisnis secara berkesinambungan dan penggunaan teknologi informasi searah dengan perencanaan bisnis perusahaan dengan melakukan integrasi proses bisnis.

Dalam mengelola aktivitas bisnis, manajemen perusahaan berupaya untuk mengoptimalkan penggunaan teknologi informasi dengan membangun sistem ERP (*Enterprise Resource Planning*) yang dilakukan secara in-house development. Hal ini mempertimbangkan pola kerja industri garmen yang relatif dinamis, dan membutuhkan perubahan penyesuaian (*customization program*) sistem ERP yang dibangun sesuai kebutuhan manajemen perusahaan dan mempertimbangkan standar prosedur berjalan.



Gambar 1 – Bisnis Proses System PT.Pan Brothers, Tbk

Dalam bisnis proses tersebut, dapat diketahui bahwa jadwal pengiriman barang secara tepat waktu merupakan faktor utama yang harus diperhatikan fungsi tiap departemen terkait, mulai dari departemen menerima contoh (sample), konfirmasi sales order, perhitungan kebutuhan bahan baku (bill of material), jadwal pemesanan pada pihak supplier, jadwal kedatangan barang, jadwal perencanaan produksi, jadwal penyelesaian proses produksi hasil jadi, dan akhirnya sampai jadwal pengiriman ke pihak pelanggan.

#### Aplikasi ERP – modul inventory

[2] (2009:60) melalui modul inventory, maka akan dapat dikendalikan persediaan suatu perusahaan, sehingga dapat meminimalkan tingkat persediaan, akan berdampak terhadap penggunaan modal kerja yang dapat digunakan untuk menumpuk jumlah persediaan menjadi lebih rendah tanpa harus mengganggu kelancaran proses produksi, dapat mengurangi tingkat kerugian persediaan akibat persediaan yang tak terpakai lagi (*obselence*), rusak (*damage*) dan persediaan yang kadaluarsa (*expired date*).

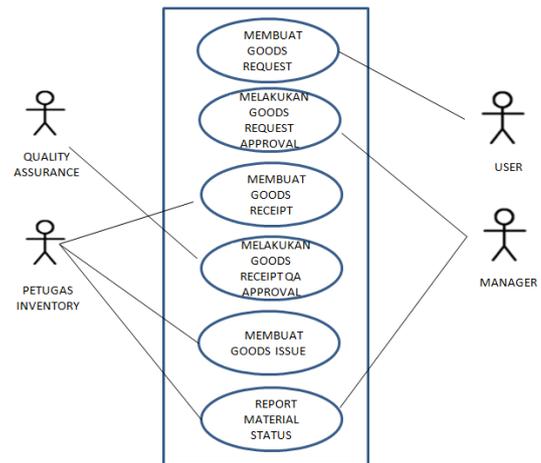
Bagi PT. Pan Brothers, Tbk yang berorientasi ekspor, maka kebutuhan informasi seperti material status, order status, status kapasitas produksi, merupakan hal penting untuk mendukung mengelola proses produksi, terlebih untuk memenuhi target pengiriman barang secara tepat waktu

kepada pihak pelanggan (*buyer*). Untuk itu, Peranan aplikasi ERP inventory tidak hanya dapat menyajikan pergerakan inventory untuk monitoring kegiatan rutin saja, tetapi dituntut untuk bagaimana peranan aplikasi ERP dapat dijadikan sebagai sumber penyedia berbagai informasi untuk pengambilan keputusan bagi pihak terkait dalam memonitor ketersediaan inventory yang dibutuhkan dalam proses produksi, untuk menindaklanjuti pesanan pembelian yang belum terealisasi agar kedatangan bahan yang dibutuhkan sesuai jadwal yang telah ditentukan. Untuk itu, kerjasama dan kedisiplinan pengguna terkait dalam menggunakan aplikasi ERP ini dalam hal penginputan transaksi penerimaan dan pengeluaran barang secara uptodate sangat dibutuhkan.

Dalam menerapkan sistem ERP modul inventory pada PT. Pan Brothers, Tbk tidaklah semudah membalikkan telapak tangan, tetapi memerlukan kerja keras tim implementasi ERP dengan orang yang terlibat, serta dukungan pimpinan perusahaan sebagai teladan dalam memberikan pengertian dan pelatihan secara intensif sampai terjadi perubahan pola kerja dan pola pikir pengguna dan tingkatan manajerial departemen terkait bahwa dukungan penggunaan teknologi informasi dalam mengelola transaksi bisnis melalui aplikasi ERP inventory dapat meningkatkan cara kerja yang lebih efisien dan efektif. Melalui penerapan aplikasi ERP inventory, maka pengguna dituntut untuk bekerja dengan disiplin dalam melakukan transaksi penerimaan dan pengeluaran barang. Memang awalnya terjadi perlawanan pengguna dalam menjalankan aplikasi ERP modul inventory ini, tetapi secara bertahap akan mendukung penerapan system ERP ini, dengan adanya bukti manfaat penggunaan system ERP, seperti : penyajian berbagai informasi secara real-time tanpa perlu pengerjaan yang ganda (*double jobs*). Disamping hal tersebut, peranan pimpinan sebagai teladan merupakan faktor penting yang dibutuhkan, dalam mendukung cara kerja sistem ERP ini, sehingga akhirnya penerapan sistem ERP inventory PT. Pan Brothers, Tbk dapat berjalan baik, dan fungsi manajerial departemen terkait dapat memperoleh berbagai informasi, seperti : material status, order status, followup pesanan pembelian secara uptodate dan real-time, sehingga akhirnya dengan mudah melakukan monitoring operasional secara terpadu dan informatif.

**Unified Modelling Language (UML)**

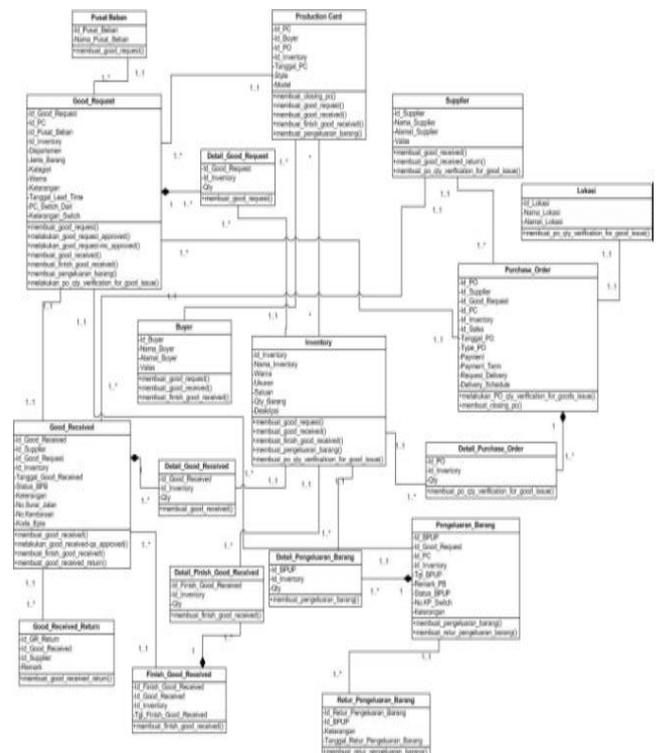
[5] UML merupakan suatu standar yang mendefinisikan peranan dan notasi dalam flow proses bisnis dan sistem dari suatu software secara mendetail. UML memiliki beberapa Diagram UML yang dapat digunakan sebagai alat dalam menganalisis secara spesifik terhadap suatu sistem informasi. Hal umum yang sering digunakan adalah Class Diagram, Use Case Diagram, Sequence Diagram.



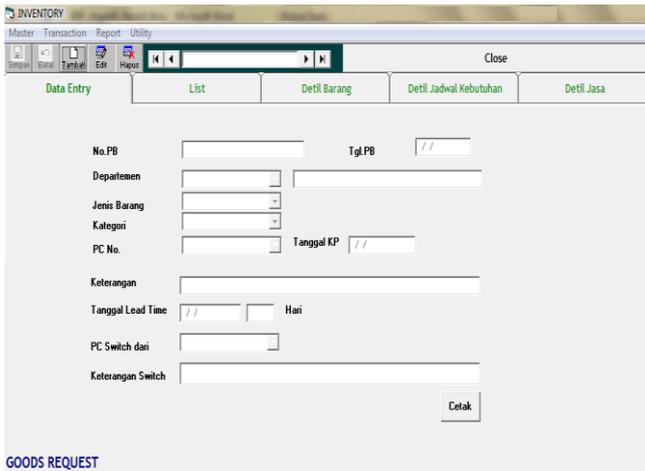
Gambar 2 – Use Case sistem inventory

Kegiatan system inventory yang digambarkan dalam use case diagram adalah sebagai berikut :

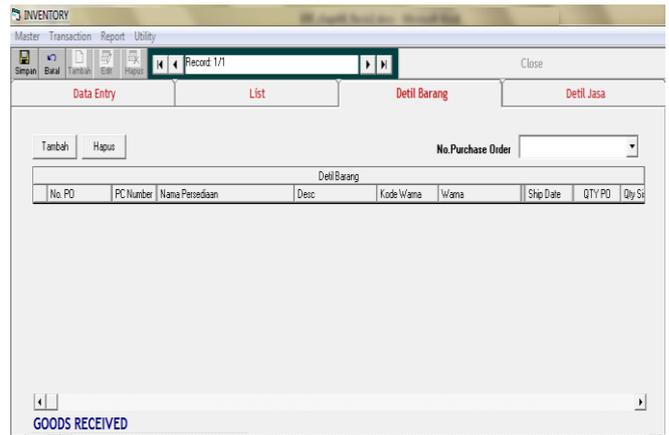
Berdasarkan jadwal kedatangan barang dari pihak supplier. dan setelah dilakukan penginputan transaksi penerimaan barang oleh petugas gudang, maka aplikasi program akan otomatis mengupdate status bahan yang dapat dilihat oleh department terkait. Pengguna akan membuat permintaan barang (*goods request*) berdasarkan kebutuhan bahan (*bill of material*), untuk melakukan pengambilan bahan di gudang dengan dibuatkan transaksi pengeluaran barang (*goods issue*)



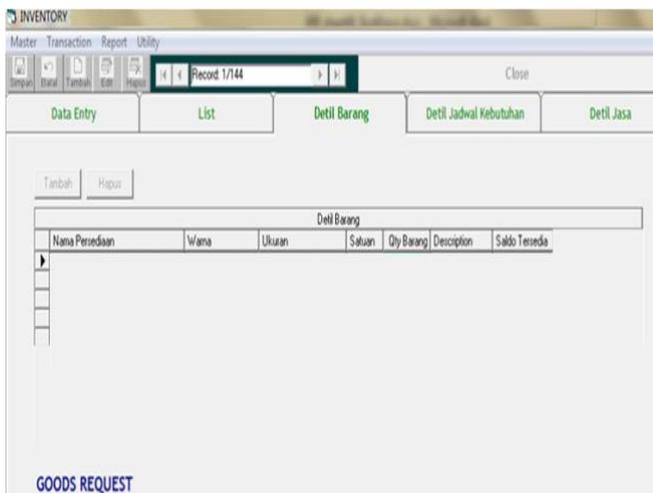
Gambar 3 – Class Diagram sistem Inventory



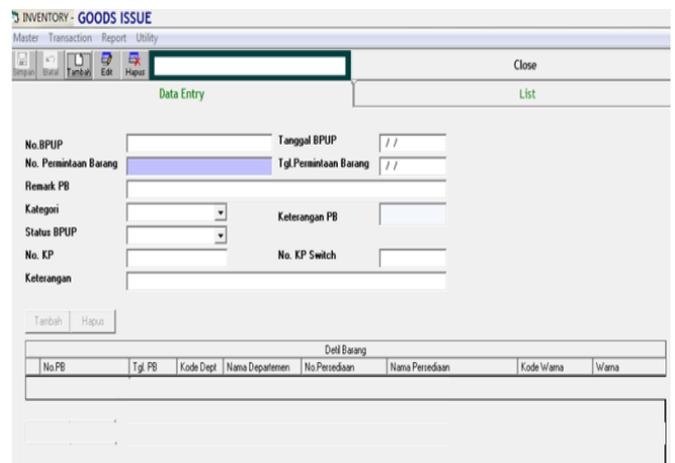
Gambar 4 – Interface Input Goods Request Header



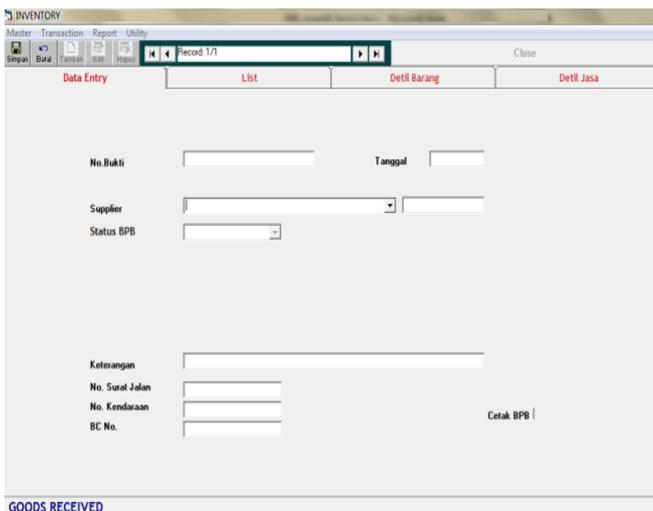
Gambar 7 – Interface Input Goods Received Detail



Gambar 5 – Interface Input Goods Request Detail



Gambar 8 – Interface Input Goods Issue



Gambar 6 – Interface Input Goods Received Header

PT. PAN BROTHERS, TBK

**MATERIAL STATUS REPORT - KP NO : 211.640 (DETAIL)**

FACTORY : PAN 1 KP DATE : April 12 2011  
 BUYER : ANA MIA FORT TAILOR GINT DAILY BUY : Jan 12 2012 BUY TO : Jun 12 2012  
 STYLER : 55 11496 20 10 KP ORDER : 3888

**PURCHASE ORDER ACTUAL - DETAIL**

NO	DATE	PO NO	CONSOLE	CODE	ISBU	DESCRIPTION	SIZE	COLOR	QTY	UNIT	PRICE	AMOUNT	
1	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	40-42 BUCH	030	030	YARD	1.800,00	540,00	
2	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	40-42 BUCH	023	023	YARD	1.800,00	360,00	
3	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	38-40 BUCH	030	030	YARD	1.800,00	360,00	
4	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	38-40 BUCH	023	023	YARD	1.800,00	360,00	
SUBTOTAL											4-11-0104	100% POLYESTER BERRY	3.600,00
5	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	40-42 BUCH	030	030	YARD	1.800,00	360,00	
6	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	40-42 BUCH	023	023	YARD	1.800,00	360,00	
7	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	38-40 BUCH	030	030	YARD	1.800,00	360,00	
8	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	38-40 BUCH	023	023	YARD	1.800,00	360,00	
9	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	40-42 BUCH	030	030	YARD	1.800,00	360,00	
10	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	40-42 BUCH	023	023	YARD	1.800,00	360,00	
11	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	38-40 BUCH	030	030	YARD	1.800,00	360,00	
12	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	38-40 BUCH	023	023	YARD	1.800,00	360,00	
13	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	40-42 BUCH	030	030	YARD	1.800,00	360,00	
14	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	40-42 BUCH	023	023	YARD	1.800,00	360,00	
15	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	38-40 BUCH	030	030	YARD	1.800,00	360,00	
16	12-Apr-11	110101410	WALK	PA10100	100%	100% POLYESTER BERRY	38-40 BUCH	023	023	YARD	1.800,00	360,00	
SUBTOTAL											4-11-0104	100% POLYESTER BERRY	3.600,00
SUBTOTAL											4-11-0104	100% POLYESTER BERRY	3.600,00

Gambar 9 – Output Material Status

#### IV. SIMPULAN

Untuk memenangkan persaingan global, maka perusahaan dituntut untuk memiliki suatu keunggulan bersaing yang dapat dijadikan sebagai sarana untuk memberikan pelayanan terbaik bagi pelanggan (*customer service excellent*). Salah satu keunggulan bersaing tersebut adalah penerapan sistem ERP. Sistem ERP menjadi hal esensi bagi industri, untuk meningkatkan kolaborasi informasi dalam mendukung proses bisnis inti (*core business process*) sebagai penyedia berbagai informasi yang akurat, uptodate dan informatif untuk mendukung pengambilan keputusan strategis bisnis, memberikan inovasi dan kreatif dalam upaya meningkatkan cara kerja menjadi lebih efisiensi dan efektif, yang akhirnya memberikan keuntungan yang optimal bagi perusahaan. Dengan demikian data dikatakan bahwa peranan sistem informasi akan menentukan strategis bisnis suatu perusahaan untuk memenangkan persaingan global.

Esensi ERP dalam industri adalah proses perubahan yang terjadi dalam rangka penyempurnaan proses bisnis yang dilakukan secara terus menerus untuk mendukung strategis bisnis. Kesuksesan penerapan ERP merupakan akibat dari kesuksesan pelaksanaan tahapan implementasi ERP. Penerapan ERP yang berhasil dalam mengelola transaksi bisnis, akan memberikan dampak pada perubahan proses bisnis, perubahan pola kerja bahkan sampai terjadi perubahan budaya perusahaan.

Keberhasilan penerapan sistem ERP yang dibangun dan berhasil baik, bukan hanya tergantung perangkat software yang digunakan (pembelian paket software atau dilakukan in-house development), tetapi lebih ditentukan oleh kesiapan pengguna merespon perubahan proses bisnis yang terjadi. Untuk itu, perlu menyelaraskan terhadap strategis bisnis, dan membutuhkan komitmen pimpinan puncak untuk menjadi teladan sebagai sumber perubahan (*agent of change*), sampai terjadinya perubahan pola pikir (*change mindset*) pada tingkatan manajerial bahkan staff terhadap penggunaan sistem ERP. Hal ini merupakan faktor kunci utama dalam upaya menentukan keberhasilan dalam memenangkan persaingan global.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Turban, Efraim; Aronson, JE; Liang, Ting Peng (2005) *Decision Support System and Intelligent Systems*, 6th Edition, Prentice Hall International, New Jersey.
- [2] Santo F.Wijaya dan Danuarto Suparto (2009), *ERP dan Solusi Bisnis*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- [3] Santo F.Wijaya dan Hendra Alianto (2012), *Esensi dan penerapan ERP dalam Bisnis (dilengkapi studi kasus aplikasi ERP dengan menggunakan metode OOAD)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4] <http://www.jbsge.vu.edu.au/issues/vol02no1/Hawking.pdf>

# Memilih SDLC Yang Tepat Dalam Pembuatan Suatu Proyek

**Hendra Alianto**

Jurusan Sistem Informasi, BINUS University  
Jalan KH Syahdan No.9 Palmerah Jakarta 11480  
telp (021) 5345830, Faks (021) 5300244  
email : [hendraalianto@yahoo.com](mailto:hendraalianto@yahoo.com)

**Santo F.Wijaya**

Jurusan Sistem Informasi, BINUS University  
Jalan KH Syahdan No.9 Palmerah Jakarta 11480  
telp (021) 5345830, Faks (021) 5300244  
email : [santofwijaya@yahoo.com](mailto:santofwijaya@yahoo.com)

**Abstract** - Tidak ada yang dapat menyangkal bahwa pentingnya perangkat komputer dalam kehidupan. Perkembangan teknologi sangat berpengaruh terhadap semua bidang seperti, Kedokteran, Militer, Perdagangan, Pendidikan, dan sebagainya. Hampir kebanyakan setiap organisasi bergantung terhadap teknologi terutama *automatisasi system* yang mempermudah sistem organisasi berjalan dengan mudah dan praktis. Software yang dikembangkan adalah program yang membuat sistem berjalan dengan baik. Software terdiri dari dokumen dan program yang berisi koleksi yang telah dibentuk untuk menjadi bagian dari prosedur rekayasa perangkat lunak. Selain itu, tujuan dari rekayasa perangkat lunak adalah untuk menciptakan sebuah pekerjaan yang sesuai yang membangun program berkualitas tinggi. Maka dari itu model SDLC digunakan dalam pengembangan sebuah proek. SDLC yang umum seperti, Waterfall, Spiral, Extreme Model, dan lain lain. Masing-masing dari model tersebut mempunyai kekurangan dan kelebihan. Dengan menerapkan model-model SDLC tersebut sebuah proyek dapat dikatakan berhasil apabila tepat waktu, tidak melebihi budget. Kedua komponen tersebut merupakan faktor penting dalam target mengembangkan sebuah project. SDLC model merupakan hal penting, apabila komponen dalam model tersebut dilakukan dengan baik dan disiplin. Proyek dapat dilalui tahap demi tahap tanpa ada kekurangan dengan menerapkannya.

**Keywords:**  
*SDLC, Proyek*

## I. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi di Indonesia, menjadikan kebutuhan terhadap informasi menjadi lebih mudah, khususnya dalam dunia programming. Mulai dari perangkat desktop, internet (WEB), dan juga mobile sudah banyak diminati masyarakat Indonesia. Perusahaan luar negeri pun mulai melirik pasar di Indonesia sebagai pasar IT terbesar di Asia Tenggara. Hal ini dikarenakan dunia IT sangatlah berpengaruh dalam seluruh aktivitas sehari-hari.

Sebagai seorang IT project manager, dituntut harus bisa membaca arah perkembangan dunia IT, khususnya bidang programming. Sekarang ini terdapat *tools* yang dapat digunakan untuk membuat suatu perangkat lunak aplikasi, tetapi untuk mengembangkan perangkat lunak atau sistem tersebut perlu adanya beberapa metode – metode dan teknik yang tepat. Systems Development Life Cycle (SDLC) adalah suatu proses pembuatan dan perubahan sistem serta model dan metodologi yang digunakan untuk mengembangkan sistem – sistem tersebut. [2] SDLC dapat digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak yang meliputi tahap tahap : perencanaan (*planning*), analisis (*analysis*), desain (*design*), implementasi (*implementation*), uji coba (*testing*), dan pemeliharaan (*maintenance*). Tahapan ini dijalankan secara berurutan, mulai dari tahap perencanaan hingga tahap pemeliharaan. SDLC dalam perangkat lunak digunakan sebagai konsep yang mendasari berbagai jenis metodologi pengembangan perangkat lunak. Metodologi ini membentuk suatu kerangka kerja untuk proses perencanaan dan pengendalian pembuatan perangkat lunak. SDLC memiliki 3 jenis metode siklus yaitu siklus hidup sistem tradisional (*traditional system life cycle*), siklus hidup menggunakan prototyping (*life cycle using prototyping*), dan siklus hidup sistem object oriented (*object – oriented system life cycle*).

Tentunya dari masing – masing jenis metode siklus ini memiliki kelebihan dan kekurangannya. IT project manager harus mampu memilihnya dan menjadikan metode ini menjadi landasan dasar dalam pembuatan dan pengelolaan siklus perangkat lunak.

SDLC ialah serangkaian proses yang dilalui dalam pengembangan sistem dimulai dari tahap perencanaan, kemudian penyelidikan terhadap kebutuhan awal sistem (*initial requirements*) melalui analisa, dilanjutkan dengan perancangan, implementasi, dan pemeliharaan. Tujuan SDLC ini adalah untuk menghasilkan sistem yang efisien, tepat sasaran, efektif, tepat waktu, dan mudah untuk dipelihara. Tahapan utama siklus pengembangan sistem terdiri dari :

- Perencanaan Sistem (*Systems Planning*)
- Analisis Sistem (*Systems Analysis*)
- Perancangan Sistem (*Systems Design*)
- Implementasi Sistem (*Systems Implementation*)
- Pemeliharaan Sistem (*Systems Maintenance*)

SDLC (Systems Development Life Cycle), Siklus Hidup Pengembangan Sistem) atau Systems Life Cycle (Siklus Hidup Sistem), dalam rekayasa sistem dan rekayasa perangkat lunak, adalah proses pembuatan dan perubahan sistem serta model dan metodologi yang digunakan untuk mengembangkan sistem-sistem tersebut. Konsep ini umumnya merujuk pada sistem komputer atau informasi. [1] SDLC juga merupakan pola yang diambil untuk mengembangkan sistem perangkat lunak, yang terdiri dari tahap-tahap: analisa (analysis), desain (design), implementasi (implementation), uji coba (testing) dan pengelolaan (maintenance).

[3] Dalam rekayasa perangkat lunak, konsep SDLC mendasari berbagai jenis metodologi pengembangan perangkat lunak. Metodologi-metodologi ini membentuk suatu kerangka kerja untuk perencanaan dan pengendalian pembuatan sistem informasi, yaitu proses pengembangan perangkat lunak. Terdapat 3 jenis metode siklus hidup sistem yang paling banyak digunakan, yakni: siklus hidup sistem tradisional (*traditional system life cycle*), siklus hidup menggunakan prototyping (*life cycle using prototyping*), dan siklus hidup sistem orientasi objek (*object-oriented system life cycle*). [3]

### Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan penelitian ini bertujuan untuk membahas bagaimana memilih SDLC yang tepat dalam pembuatan suatu Proyek

### Metodologi Penelitian

Penelitian ini disamping menggunakan metode studi kepustakaan, yaitu beberapa literatur yang berkaitan sistem informasi, juga berdasarkan pengamatan langsung dan pengalaman penulis sebagai praktisi dan konsultan di bidang Sistem Informasi khususnya dalam implementasi pengembangan sistem informasi

## II. SDLC PROYEK

Manajer proyek (*Project Manager*), dan Analis sistem (*System Analyst*). Ada beberapa hal yang dapat memicu keinginan untuk membangun sistem informasi, yakni salah satunya adalah permasalahan (problem). System Development Life Cycle (SDLC) merupakan proses pada pengertian bagaimana sebuah sistem informasi dapat mendukung sebuah usaha yang dibutuhkan, sistem design, pembangunan, dan penyampaian kepada user. Permasalahan terjadi sering jika proyek harus memberikan keuntungan dan project itu sendiri dapat mendapatkan hasil yang maksimal, efisien, sumber daya (resource) dan sesuai jadwal yang ditentukan. Pada tahapan SDLC ini dilakukan analisa terhadap sistem yang ada, tanpa memperhatikan apakah sistem tersebut menggunakan teknologi informasi atau tidak. Dengan mempelajari sistem yang ada dan menganalisa temuan-temuan yang diperoleh, maka dapat memberikan pemahaman yang lebih baik kepada tim mengenai permasalahan yang memicu adanya proyek ini. Hal penting yang harus diperhatikan analis

sistem adalah bahwa keuntungan yang diperoleh dari pemecahan sistem ini harus melebihi biaya yang dibutuhkan untuk membangun sistem. Partisipan yang terlibat pada tahap ini meliputi pemilik sistem, Pengguna system Sistem user, Manajer proyek, dan Analis sistem. Dokumen yang dihasilkan pada tahap ini adalah *system improvement objectives* yang diperoleh setelah memahami proses bisnis. Dokumen ini menjelaskan kriteria bisnis dimana sistem baru yang dibangun ini akan dilakukan evaluasi, bukan menjelaskan input, output, atau proses dari sistem tersebut. Misalnya, besarnya pengurangan waktu proses antar bagian. Sasaran-sasaran peningkatan yang akan dihasilkan oleh sistem disampaikan kepada Pemilik maupun pengguna sistem tertulis maupun lisan. Dokumentasi sistem yang ada (*sering disebut 'as-is business model'*) biasa disertai gambaran ketidakefisienan, *bottleneck*, atau permasalahan lain yang terkait dengan proses bisnis.

Pemilik sistem setelah melakukan evaluasi hasil-hasil temuan bisa jadi menerima atau menolak sasaran peningkatan sistem yang direkomendasikan. Sehingga, akhir dari tahap ini adalah salah satu dari hal-hal berikut :

- Proyek dibatalkan jika permasalahan dianggap kurang bernilai untuk dipecahkan.
- Proyek disetujui untuk dilanjutkan pada tahap berikutnya.
- Cakupan proyek dikurangi atau ditambah (dengan perubahan anggaran dan jadwal) dan proyek dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Jika tidak menggunakan SDLC atau tidak menggunakan SDLC tetapi memiliki ruang tepat project akan menjadi kurang efisien dan butuh di kembangkan lagi, skan tetapi Jika SDLC digunakan dengan tepat efisiensi dan efektif maka project akan menjadi lebih maksimal.

### Analisa, Metodologi yang Digunakan, Perancangan

SDLC (*Systems Development Life Cycle*) merupakan poin yang sangat vital, krusial, dan keputusan di dalam software development pada sebuah project. Sukses atau tidaknya sebuah project sudah bisa diprediksi pada saat project manajer menentukan model SDLC mana yang akan diambil. Jika model yang dipilih tepat, maka besar kemungkinan project development yang dikerjakan akan berjalan lancar, efektif, dan efisien. Sebaliknya, jika model yang dipilih kurang tepat tentu project development akan berjalan kurang efisien bahkan besar kemungkinan akan berakhir pada project fail.

Model-model SDLC mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing seperti contohnya; waterfall model yang baik untuk dokumentasi dan project-project yang scope-nya tidak terlalu besar akan tetapi kesulitan menangani perubahan requirement karena modelnya yang bertipe sekuensial, extreme model yang memiliki keunggulan kecepatan penyelesaian yang tinggi dengan kekurangannya yaitu kualitas yang kurang optimal dan cost yang bisa melambung tinggi. Project Manajer sudah semestinya dapat membaca situasi dan kebutuhan dengan baik agar model

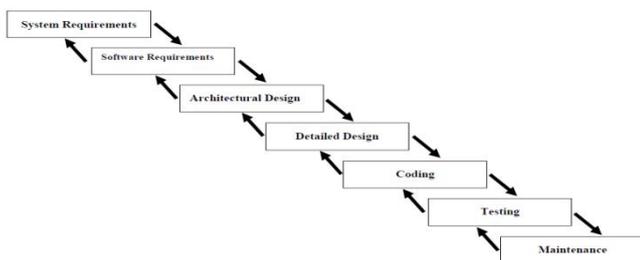
SDLC yang dipilih tepat sasaran. Berikut akan dipaparkan mengenai model-model SDLC.

Model SDLC yang sering dan umum digunakan :

- Waterfall model
- Iteration model
- V-shaped model
- Spiral Model
- Extreme Model

### Waterfall Model

Waterfall Model adalah sebuah model klasik dari software engineering. Model ini adalah model yang pertama digunakan dan umum digunakan oleh project-project pemerintahan dan perusahaan besar. Karena model ini menekankan planning pada tahap awal, maka kekurangan-kekurangan pada desain akan diketahui semenjak dini. Model ini juga menekankan pentingnya dokumentasi sehingga model ini cocok untuk proyek yang mengedepankan kualitas.



Gambar 1. Waterfall Model

Langkah-langkah yang diambil pada waterfall model :

1. Kebutuhan Sistem (*System requirements*)  
Menentukan komponen-komponen untuk membangun sistem, seperti; spesifikasi hardware, software tools, database, libraries, dan hal-hal sejenis yang bersangkutan.
2. Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software requirements*)  
Menentukan fungsionalitas dari software dan mengidentifikasi sistem requirement mana yang dipengaruhi oleh software. *Requirement analysis* juga termasuk; menentukan integrasi yang terbaik dengan aplikasi lain, *interface requirements*, *performance requirements*, dan lainnya.
3. Disain Arsitektur (*Architectural design*)  
Menentukan software framework mana yang paling cocok dengan requirements dan mendefinisikan komponen-komponen utama di dalam sistem beserta interaksinya.
4. Disain detail (*Detailed Design*)  
Meninjau kembali komponen-komponen yang sudah didefinisikan pada langkah architectural design dan menspesifikasikan bagaimana setiap komponen-komponen tersebut diimplementasikan.
5. Pengkodean (*Coding*)  
Implementasi spesifikasi apa yang sudah di paparkan di detailed design.

6. Testing (*Testing*)  
Menemukan bug-bug dan error serta menentukan apakah software sudah memenuhi requirements.
7. Pemeliharaan (*Maintenance*)  
Memperbaiki dan meningkatkan kinerja software setelah software dirilis.

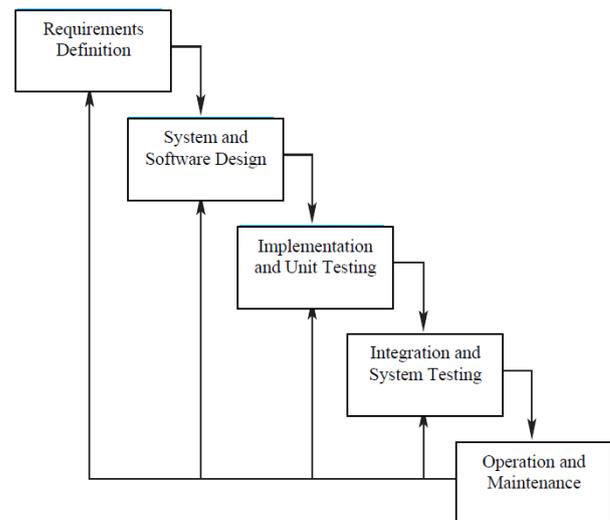
Kelebihan waterfall model :

- Deliverable serta milestone yang jelas
- Dokumentasi yang baik
- Mudah dimengerti
- Mudah diimplementasikan
- Menekankan pada pengerjaan prosedural yang baik (desain sebelum coding)

Kekurangan waterfall model:

- Sulit mengintegrasikan risk management
- Biaya yang dibutuhkan untuk mengubah dokumen tinggi
- Cost administrative yang tinggi
- Penyelesaian sering terlambat sehingga melewati delivery date yang sudah ditetapkan

Selain itu, ada juga variasi lain dari model waterfall yang sering digunakan yakni pure waterfall.



Gambar 2. Pure Waterfall Model

Model pure waterfall dapat digunakan secara optimal apabila permintaan jelas atau saat technical tools, arsitektur, dan infrastruktur sangat dimengerti. Meskipun demikian model ini memiliki kekurangan yaitu ketika menerapkan rapid development, model ini tidak akan banyak membantu.

Kelebihan pure waterfall model :

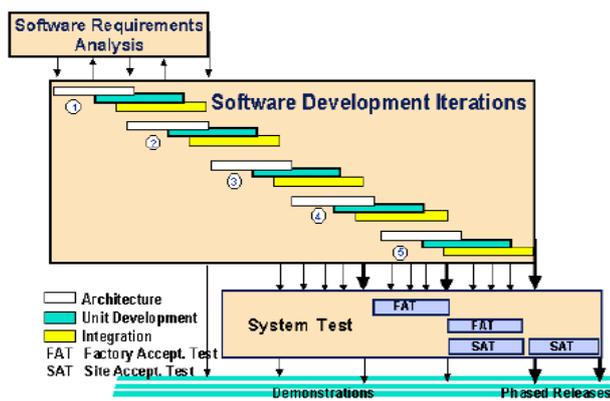
- Struktur pada model ini cenderung menguntungkan untuk staff yang kurang berpengalaman.
- Karena planning dilakukan sekali pada awal development, maka planning overhead dapat dikurangi

Kekurangan pure waterfall model :

- Kurang fleksibel
- Keseluruhan milestone (kecuali tahap akhir) hanya men-deliver dokumentasi.

### Iterative Development

Masalah dengan Model Waterfall menciptakan permintaan yang untuk metode baru mengembangkan sistem yang membingungkan (*bias*) memberikan hasil yang lebih cepat, membutuhkan lebih sedikit informasi di muka, dan menawarkan fleksibilitas yang lebih besar. Dengan Iteratif Pengembangan .Proyek ini dibagi menjadi beberapa bagian kecil. Hal ini memungkinkan pengembangan tim untuk menunjukkan hasil sebelumnya di dalam mengolah dan mendapatkan umpan balik yang berharga dari pengguna sistem. Seringkali, setiap iterasi sebenarnya adalah sebuah proses mini-Air Terjun dengan umpan balik dari satu fase penting menyediakan informasi untuk desain tahap berikutnya. Dalam variasi model ini, produk perangkat lunak yang diproduksi pada akhir setiap langkah (atau serangkaian langkah), dapat masuk ke produksi segera sebagai rilis inkremental.



Gambar 3 Gantt Chart

Iterative development merupakan sebuah pendekatan pada pengembangan software (*software development*) yang lebih memusatkan gagasan pengembangan dalam bentuk siklus, daripada melakukan semuanya secara sekaligus. Metode ini tidak sesuai pada semua jenis software namun dapat sangat bermanfaat dan sangat menguntungkan pada pengaturan tertentu. Merupakan hal yang penting untuk dipahami, bahwa iterative development bukanlah merupakan sebuah pengembangan yang tidak terencana atau spontan. Faktanya, proses pengembangan software terstrukturisasi dengan baik.

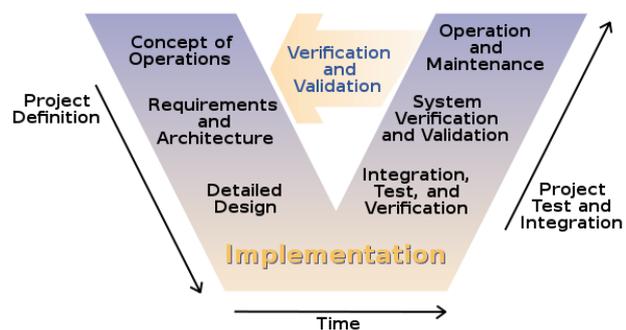
Pada iterative development, orang memulainya dengan tahapan perencanaan proyek, kemudian bergerak pada tahapan pengembangan lainnya dan pada akhirnya merilis produk. Sejalan dengan rilis produk, terdapat hasil yang diperoleh dari pengujian produk (*product testing*) dan pengujian pada

pengguna (*user testings*). Hasil tersebut akan digabungkan dengan rilis selanjutnya. Istilah rilis itu sendiri dapat memberikan salah pengertian, di mana rilis software pada iterative development dapat berupa rilis software di tahapan awal pengembangan, bukan rilis produk pada publik.

Pengembang yang menggunakan teknik pengembangan ini berasumsi bahwa mereka tidak akan menyelesaikan produk software dalam satu siklus saja, melainkan melibatkan beberapa siklus pengembangan yang berakhir pada sebuah produk software yang telah mengalami berkali-kali tahapan penyempurnaan, sehingga keunggulan dari iterative development adalah memungkinkan developer memperbaiki kekurangan atau masalah yang muncul pada software yang dikembangkan secara cepat.

### V-shaped Model

Model V-Shaped life cycle memiliki pola proses sekuensial. Setiap phase harus diselesaikan terlebih dahulu untuk dapat melanjutkan ke phase berikutnya. Tahap Testing lebih ditekankan pada model ini dibandingkan dengan model Waterfall. Tahap testing diwajibkan selesai dilakukan sebelum tahap pengkodean program atau implementasi. Test plan fokus pada fungsionalitas sistem sesuai requirements. Tahap high-level design fokus pada arsitektur dan perancangan sistem. Integration test plan bertujuan untuk menguji kemampuan integrasi sistem. Tahap disain dilakukan unit tests untuk menguji komponen software.



Gambar 4 V-shaped model

Langkah-langkah yang diambil pada gambar diatas dibagi menjadi 2 tahap yaitu:

#### Tahapan Verifikasi (*Verification Phases*)

Tahap dimana menganalisa komponen yang akan dibutuhkan oleh user hingga implementasi dalam system design. Terbagi atas beberapa proses analisa:

- Analisa Kebutuhan (*Requirement Analysis*)
- Disain Sistem (*System Design*)
- Disain Arsitektur (*Architecture Design*)
- Disain Modul (*Module Design*)

#### Validation Phases

Tahap dimana dalam menvalidasi serta melakukan pengujian program system. Terbagi atas beberapa bagian yaitu:

- Testing Unit (*Unit Testing*)
- Testing terpadu (*Integration Testing*)
- Testing system (*System Testing*)
- Testing penerimaan pengguna (*User-Acceptance Testing*)
- Testing Pelepasan (*Release Testing*)

**Keunggulan (Advantages) :**

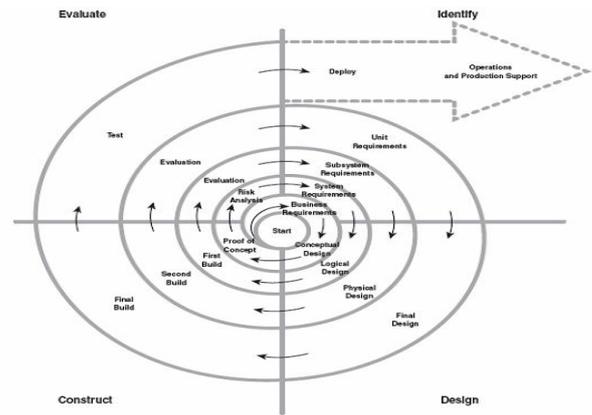
Kelebihan model ini adalah terletak pada kemudahan penggunaannya, serta menekankan pada dilakukannya verifikasi dan validasi pada tahap-tahap awal pengembangan, sehingga pengguna dapat lebih terlibat dalam pembuatannya. Setiap output mampu di test pada tahap awal, serta mudah dimonitor karena memiliki milestones yang jelas

**Kerugian (Disadvantages):**

Kelemahan dari model ini adalah tidak dapat digunakan untuk permasalahan yang terjadi secara bersamaan, iterasi, tidak dapat digunakan untuk perubahan-perubahan besar dalam persyaratan, dan tidak bisa menganalisis resiko. Model ini cocok digunakan pada sistem yang menuntut kehandalan tinggi, pada sistem yang semua persyaratannya diketahui, dan bisa dimodifikasi untuk menyesuaikan dengan perubahan setelah tahapan analisis, serta solusi dan teknologinya telah jelas diketahui.

**Spiral Model**

Prinsip model Spiral sama dengan model Incremental, tetapi lebih menekankan pada analisa resiko. Model Spiral memiliki empat tahap, yaitu : Perencanaan (Planning), Analisa Resiko (*Risk Analysis*), Evaluasi (*Engineering and Evaluation*). Proyek pengembangan sistem akan berulang-ulang melalui tahapan tersebut. Model Spiral dimulai dengan tahap perencanaan, identifikasi kebutuhan (*requirements*) dilakukan pada tahap ini. Tahap analisa resiko bertujuan mengidentifikasi resiko dan memberikan alternatif solusi, dan kemudian terbentuklah Prototype system. Pembuatan program software dilakukan pada tahap engineering dan dilakukan testing pada tahap akhir siklus. Pada tahap evaluasi, pelanggan diberikan kesempatan untuk melakukan evaluasi keluaran proyek (*output project*) sebelum melangkah ke tahap selanjutnya. Pada model Spiral, komponen sudut menggambarkan tingkat kemajuan pengembangan sistem, sedangkan radius dari Spiral menggambarkan cost.



**Gambar 5 Spiral Model**

**III. SIMPULAN**

Setiap model SDLC memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing dan tidak ada model SDLC yang paling baik secara umum. Model SDLC hanya akan optimal jika SDLC digunakan sesuai dengan situasi dan kondisi yang ada.

Jika menginginkan prosedur yang sistematis dan dokumentasi yang baik, maka sebaiknya Project Manajer menggunakan model yang memiliki karakter seperti Waterfall Model. Tetapi apabila menginginkan proses pengembangan yang cepat dengan segala perubahan kebutuhan, maka sebaiknya Project Manajer dapat mempertimbangkan untuk menggunakan model yang dapat disesuaikan (*customization*) dengan kebutuhan perusahaan.

Analisa yang dilakukan yaitu analisa teknologi yang disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan teknologi yang dapat menyelaraskan tujuan perusahaan jangka panjang dan analisa informasi untuk mendapatkan sasaran yang tepat dalam penerapan model SDLC untuk pengembangan suatu proyek.

Pemilihan Model SDLC digunakan dalam pengembangan sebuah proyek dapat dikatakan berhasil apabila tepat waktu, tidak melebihi budget. Kedua komponen tersebut merupakan faktor penting dalam target mengembangkan sebuah project yang dilakukan dengan baik dan disiplin.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Britton, Carol; Jill Doake (2001), *Object-Oriented Systems Development*, McGraw-Hill.
- [2] Lethbridge, T. C., R. Laganieri (2002), *Object-Oriented Software Engineering International Edition*, McGraw-Hill.
- [3] Pressman, R. S. (2004), *Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktisi*, Penerbit Andi.
- [4] sii-ncha-n.blogspot.com/2012/02/system-development-life-cycle-sdlc.html

# Studi Pemanfaatan Teknologi *Near Field Communication* Sebagai Implementasi *Ubiquitous Computing* di Indonesia

<sup>1)</sup>Isram Rasal, <sup>2)</sup>Hery Herawan, <sup>3)</sup>Farhat, <sup>4)</sup>Haryanto

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Gunadarma  
Depok, Indonesia

<sup>1)</sup>isramrasal@student.gunadarma.ac.id

<sup>2)</sup>hery\_26@student.gunadarma.ac.id

<sup>3)</sup>farhat\_nus.salnaz@student.gunadarma.ac.id

<sup>4)</sup>haryanto@staff.gunadarma.ac.id

Dewi Agushinta Rahayu

Jurusan Sistem Informasi

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi

Universitas Gunadarma

Depok, Indonesia

dewiar@staff.gunadarma.ac.id

**Abstrak**—Munculnya teknologi baru yaitu *Near Field Communication* (NFC) sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Teknologi NFC yang mengadopsi teknologi kartu cerdas nirkontak (*contactless smart card*) merupakan penerapan konsep *ubiquitous computing*. Penggunaan *contactless smart card* di Indonesia tidak berkembang secara signifikan, namun perkembangan handphone di Indonesia berkembang sangat pesat. Perkembangan yang pesat didorong oleh harga handphone yang terjangkau dan meningkatnya jumlah pengguna handphone, juga dipicu oleh kehadiran teknologi baru yang ditawarkan oleh berbagai vendor. Salah satu teknologi baru yang ditawarkan oleh vendor saat ini adalah teknologi NFC. Saat ini teknologi NFC dapat ditemukan pada handphone keluaran vendor terkemuka di Indonesia. Kehadiran teknologi NFC diharapkan dapat menjadi batu loncatan dalam dunia pembayaran mobile. Nantinya cukup satu perangkat mobile (handphone) untuk melakukan transaksi pembayaran. Pembayaran tidak hanya dilakukan dalam satu tempat saja, tetapi juga dapat digunakan untuk pembayaran tiket kereta api, bus, pompa bensin dan banyak tempat lainnya. Dengan demikian, penggunaan teknologi NFC pada perangkat mobile (handphone) dapat menyatukan berbagai sistem pembayaran mobile yang sudah ada.

**Kata kunci:** Handphone, Ubiquitous computing, NFC

## I. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, di negara-negara maju, teknologi kartu cerdas (*smart card*) telah cukup matang dan telah diterapkan oleh sektor-sektor utama seperti transportasi, pembayaran, dan ritel. Juga pada saat yang sama, handphone dengan fasilitas internet dan layanan multimedia telah berhasil menjadi gaya hidup di masyarakat. Sekarang, domain aplikasi dari teknologi *smart card* diperluas ke dalam handphone dengan mengambil fungsionalitas nirkontak dari sebuah *smart card*.

*Near Field Communication* (NFC) yang terdapat pada handphone, yang memanfaatkan infrastruktur nirkontak, baru-baru ini dimulai implemenasinya. Di beberapa negara maju, pemanfaatan layanan konvergensi teknologi *contactless smart card* dan handphone NFC telah

diperkenalkan secara komersial, dan layanan ini berhasil dilaksanakan.

Di Indonesia penerapan *contactless smart card* sudah diterapkan sejak lama, namun perkembangannya tidak signifikan. Sedangkan perkembangan handphone di Indonesia sangat signifikan, pada kuartal ketiga di tahun 2011 saja terjual 12 juta unit [1], tentunya perkembangan ini dapat menjadi batu loncatan untuk konvergensi *contactless smart card* menuju handphone NFC.

Dalam makalah ini akan dibahas mengenai *ubiquitous computing*, teknologi *smart card*, teknologi NFC, handphone NFC, beberapa studi kasus penggunaan handphone NFC dan tantangan implementasi NFC di Indonesia.

### A. Ubiquitous Computing

*Ubiquitous computing* dapat didefinisikan sebagai penggunaan komputer yang tersebar di mana pengguna berada. Sejumlah komputer disatukan dalam suatu lingkungan dan tersedia bagi setiap orang yang berada di lokasi tersebut. Setiap komputer dapat melakukan pekerjaan yang dipersiapkan untuk tidak banyak melibatkan intervensi manusia atau bahkan tanpa harus mendeteksi di mana pengguna berada [2].

Ide *ubiquitous computing* pertama kali disampaikan oleh Mark Weiser (1998) di Laboratorium Komputer Xerox PARC, yang membayangkan komputer dipasangkan di dinding, di permukaan meja, di setiap benda sehingga seseorang dapat berkomunikasi dengan ratusan komputer pada saat yang sama. Setiap komputer secara tersembunyi diletakkan di lingkungan dan dihubungkan secara nirkabel [2].

Buxton (1995) menyatakan bahwa *ubiquitous computing* mempunyai karakteristik utama [2] yaitu:

- **Ubiquity:** interaksi tidak dilakukan oleh suatu saluran melalui satu workstation. Akses ke komputer dapat dilakukan di mana saja. Sebagai contoh, di suatu kantor ada puluhan komputer, layar display, dan sebagainya dengan ukuran bervariasi mulai dari tombol seukuran jam tangan, Pads sebesar notebook, sampai papan informasi sebesar papan tulis yang semuanya

terhubung ke satu jaringan. Jaringan nirkabel akan tersedia secara luas untuk mendukung akses bergerak dan akses jarak jauh.

- **Transparansi:** teknologi ini tidak mengganggu keberadaan pengguna, tidak terlihat dan terintegrasi dalam suatu ekologi yang mencakup perkantoran, perumahan, supermarket, dan sebagainya

### B. Smart Card

*Smart card* memiliki ukuran yang sama dengan sebuah kartu kredit, dimana pada sebuah *smart card* dapat menyimpan dan memproses informasi melalui rangkaian elektronik yang ditanam dalam silikon pada permukaannya untuk yang bertipe kontak, atau yang ditanam di dalam kartu dan tidak nampak dari luar untuk *smart card* yang bertipe tanpa kontak (nirkontak/contactless). Ada dua jenis *smart card* yang dijual di pasaran. Jenis pertama memiliki mikroprosesor, sehingga dapat melakukan proses baca, tulis dan perhitungan seperti komputer mini. Sedangkan jenis kedua tidak memiliki mikroprosesor, sehingga hanya dapat menyimpan informasi [3].

### C. Near Field Communication

*Near Field Communication* atau biasa disebut NFC adalah standar teknologi wireless, merupakan pengembangan dari teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*), yang menggunakan induksi medan magnet untuk memungkinkan komunikasi antar perangkat elektronik dalam jarak dekat.

NFC beroperasi di frekuensi standar tanpa izin yaitu 13.56 MHz, dapat beroperasi dengan jarak sampai sekitar 10 cm. Saat ini NFC menawarkan kecepatan transfer data 106 kbit/s, 212 kbit/s dan 424 kbit/s, dan di masa depan kecepatan NFC akan semakin bertambah [4].

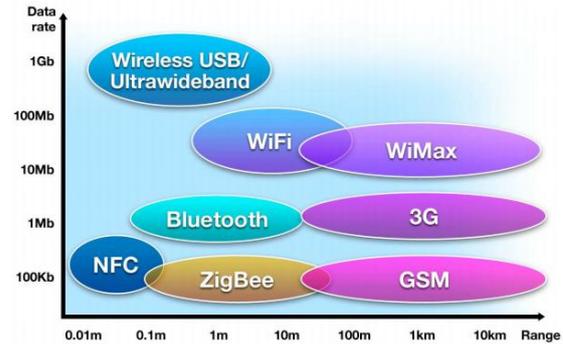
Jika ada dua perangkat saling berkomunikasi melalui NFC, salah satu perangkat harus memiliki aplikasi pembaca atau penulis dan perangkat yang lain harus memiliki tag NFC. Tag pada dasarnya adalah sirkuit terpadu yang berisi data, terhubung ke antena, yang dapat dibaca dan ditulis oleh pembaca [4].

Ada dua mode operasi pada protokol NFC, yaitu aktif dan pasif. Dalam mode aktif, kedua perangkat mengaktifkan radio masing-masing untuk mengirim data, sedangkan dalam mode pasif hanya salah satu perangkat yang mengaktifkan radio, sedangkan perangkat yang lain menggunakan modulasi untuk mengirim data [4]. Mode pasif menjadi penting karena adanya keterbatasan sumber daya pada baterai handphone.

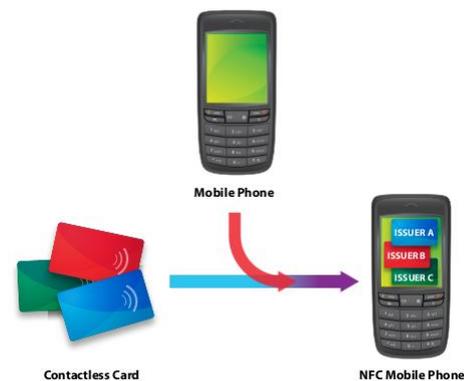
Pada gambar 1 ditunjukkan perbandingan antara teknologi NFC dengan teknologi wireless lainnya yang ada pada handphone saat ini.

### D. Handphone NFC

Ketika fungsionalitas *contactless* pada *smart card* dipindahkan ke dalam sebuah handphone, maka tercipta suatu perangkat baru yang bernama handphone NFC.



Gambar 1. Perbandingan NFC dengan teknologi wireless lainnya [5]



Gambar 2. Konsep Handphone NFC[4]

Adanya kombinasi yang unik baik dari handphone maupun dari NFC, memungkinkan pengguna handphone menikmati layanan yang inovatif. NFC memungkinkan layanan personal dan interaktif bagi pengguna handphone NFC.

Tiga keuntungan yang didapat dari handphone NFC adalah [6] :

- Interaktif : User interface dari handphone seperti tampilan, suara dan getaran, oleh pengguna dengan mudah mengatur suara dan getaran dalam kondisi tertentu.
- Manajemen Aplikasi Jarak Jauh : Pengguna dapat mengunduh aplikasi secara langsung atau memulai sebuah tugas tertentu tanpa harus melakukan perintah tertentu.
- Manajemen Pengguna Jarak Jauh : Pengguna dapat mengetahui catatan apa saja yang telah dilakukan, biasanya layanan ini terkait dengan operator jaringan.

## II. STUDI KASUS PENGGUNAAN HANDPHONE NFC

Berikut ini adalah beberapa kasus bagaimana pengguna menggunakan handphone NFC dalam kehidupan sehari-hari, di masa yang akan datang.

### A. Studi Kasus Secara Umum

- Budi menggunakan *commuter line* untuk pergi ke kampus (deskripsi secara detail ada di bagian transportasi).
- Di dalam stasiun dia melihat poster adanya seminar pada sore hari ini. Dia menyentuh handphone

NFC-nya ke poster itu untuk mendapatkan informasi lebih detail. Kemudian Budi memesan tempat duduk, pemesanan dapat dilakukan melalui internet atau SMS.

- Sesampainya di kampus, Budi menyentuhkan handphone NFC-nya ke lokernya untuk membuka loker.
- Untuk mengisi daftar hadir pada mata kuliah tertentu, Budi cukup menempelkan handphone NFC-nya ke handphone NFC milik dosen.
- Saat makan siang, ketika Budi ingin membayar makanan yang telah dibeli, Budi cukup menyentuhkan handphone NFC-nya ke kasir, secara otomatis sistem akan mendebet uang yang ada di dalam rekening Budi (deskripsi secara detail ada di bagian restoran).
- Sore hari, Budi menuju tempat seminar, di pintu masuk Budi cukup menempelkan handphone NFC-nya ke gagang pintu, setelah berhasil diautentifikasi, Budi memasuki ruang seminar.
- Setelah selesai seminar, Budi dapat bertukar kartu nama digital antar peserta seminar, cukup menyentuhkan handphone NFC-nya dengan handphone NFC peserta seminar yang lain.
- Setelah selesai seminar, Budi ingin berbelanja dan makan malam.
- Ketika sampai di rumah, Budi tersadar handphone NFC-nya telah hilang di stasiun kereta, kemudian ia menelepon operator jaringan untuk memblokir nomor handphone dan memblokir akses handphone NFC-nya.

#### B. Deskripsi Detil Studi Kasus

##### **Transportasi**

###### 1. Asumsi

Diasumsikan bahwa sistem gerbang di stasiun kereta telah dilengkapi dengan alat pembaca atau penulis NFC, yang memungkinkan orang yang masuk hanya untuk penumpang dengan tiket sah dari hasil membaca *contactless smart card* atau handphone NFC. Budi telah membeli tiket kereta api yang disimpan dalam *contactless smart card*-nya atau handphone NFC-nya.

###### 2. Layanan NFC Secara Umum

Ketika Budi tiba di stasiun kereta, ia memasuki gerbang dengan menyentuh kartu *contactless smart card*-nya atau handphone NFC-nya ke alat pembaca atau penulis NFC dan diberikan akses. Hal yang sama terjadi di stasiun tujuan untuk keluar dari stasiun.

###### 3. Layanan Handphone NFC

Layanan pada handphone NFC lebih banyak daripada *contactless smart card* :

- Budi dapat mengunduh dan membeli tiket baru menggunakan handphone NFC-nya tanpa perlu pergi ke loket tiket.

- Sembari menunggu kereta, Budi bisa menyentuhkan handphone NFC-nya ke sebuah kios informasi terdekat untuk memperoleh informasi kereta yang terbaru dan informasi lokal seperti peta dan ramalan cuaca, dan informasi itu ditransfer langsung ke handphonenya.

###### 4. Layanan Alternatif

Beberapa sistem transportasi kemungkinan tidak tersedia gerbang khusus, namun dimungkinkan kondektur untuk membawa alat pembaca atau penulis NFC.

##### **Restoran**

###### 1. Asumsi

Diasumsikan bahwa restoran di kampus Budi menerima pembayaran pada mesin *Point-of-Sale* yang dilengkapi dengan alat pembaca atau penulis NFC, dan *contactless smart card* banyak digunakan di restoran itu. Budi memiliki beberapa akun rekening yang siap di debit di dalam handphone NFC-nya.

###### 2. Layanan NFC Secara Umum

Budi membayar makan siang di restoran dengan menyentuh *contactless smartcard*-nya atau dalam handphone NFC ke terminal *Point-of-Sale*.

###### 3. Layanan Handphone NFC

Layanan pada handphone NFC lebih banyak daripada *contactless smart card*.

- Menggunakan handphone NFC-nya, Budi dapat memilih membayar dengan kredit atau debit .
- Budi mendapatkan akses ke situs *mobile banking* untuk memeriksa saldo kartu kredit atau debit sebelum melakukan pembayaran atau melihat penggunaannya atau catatan pembelian.
- Budi mendapatkan pesan yang menunjukkan bahwa saldo kartu debit dalam kondisi sedikit atau menunjukkan bahwa pembayaran kartu kredit sudah jatuh tempo.
- Dalam kasus tertentu, dimana ada pembayaran dengan jumlah yang besar, ketika budi menggunakan handphone NFC-nya, maka akan dilakukan otorisasi berupa password biometrik.

###### 4. Layanan Alternatif

Pada suatu kondisi di masa yang akan datang, dimungkinkan Budi bekerja sebagai pekerja paruh waktu, ia menggunakan handphone NFC-nya sebagai terminal *Point-of-Sale* untuk menerima pembayaran dari pelanggan.

##### III. TANTANGAN IMPLEMENTASI NFC DI INDONESIA

Beberapa sektor tampaknya sudah mengadopsi teknologi *contactless smartcard*, yaitu :

### **transportasi**

- Unit Pengelola Transjakarta Busway bekerjasama dengan Bank DKI menerbitkan "JakCard" untuk pembayaran penggunaan layanan bus Transjakarta.
- PT Kereta Api Indonesia (Persero) dan PT KAI Commuter Jabodetabek menerbitkan "Commet" untuk pembayaran penggunaan layanan kereta commuter line Jabodetabek.
- PT. Jasa Marga, PT. Marga Mandalasakti, PT. Citra Marga Nusaphala Persada dan PT. Jalan Tol Lingkar Luar Jakarta bekerjasama dengan Bank Mandiri menerbitkan "E-Toll Card Mandiri" untuk pembayaran penggunaan layanan jalan tol.

### **pembayaran ritel**

- PT Indomarco Primatama bekerjasama dengan Bank Mandiri menerbitkan "Indomaret Card" untuk pembayaran pembelian barang di swalayan Indomaret.
- PT Sumber Alfaria Trijaya Tbk bekerjasama dengan Bank BNI menerbitkan "Kartu Aku BNI", PT Sumber Alfaria Trijaya Tbk juga bekerjasama dengan Bank BCA menerbitkan "A Flazz Card", kedua kartu tersebut ditunjukkan untuk pembayaran pembelian barang di swalayan Alfamart.

Hal ini sangat memungkinkan adanya konvergensi layanan *contactless smart card* menuju handphone NFC. Ditambah adanya kemudahan kompatibilitas alat pembaca *contactless smart card* untuk dapat membaca NFC, tentunya ini menambah nilai tersendiri dalam proses konvergensi.

Memang tidak mudah untuk beralih ke NFC, sekarang pun penggunaan *contactless smart card* belum tumbuh secara pesat, pada bulan Oktober 2011 saja baru terdapat 1,5 juta pelanggan Flazz BCA [7].

Sebelumnya, di Indonesia penggunaan *contactless smart card* yang menggunakan standar ISO-14443 (RFID) di frekuensi 13.56 Mhz masih dianggap ilegal [8], kemudian pemerintah melalui Kementerian Komunikasi dan Informatika baru melaksanakan uji publik mengenai penggunaan *smart card* atau kartu cerdas pada tanggal 12 sampai 17 Februari 2012 [9]. Uji publik terhadap Rancangan Peraturan Menteri Kominfo tentang Persyaratan Teknis Kartu Cerdas Nirkontak (*contactless smart card*) nantinya akan memberi dampak besar dalam sistem pembayaran ataupun sistem registrasi, khususnya instrumen elektronik menjadi alat pembayaran non-tunai, yang berpotensi besar untuk mengurangi penggunaan uang tunai, yang nantinya akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi nasional. Atas dasar kondisi tersebut dan juga mengingat bahwa sesuai dengan ketentuan dalam pasal 2 ayat (1) Peraturan Menteri Kominfo No. 29/PER/M.KOMINFO/09/2008 tentang Sertifikasi Alat dan Perangkat Telekomunikasi, yang

dalam ketentuannya menyebutkan setiap alat dan perangkat telekomunikasi yang dibuat, dirakit, dimasukkan untuk diperdagangkan dan atau digunakan di wilayah Negara Republik Indonesia wajib memenuhi persyaratan teknis, maka rancangan peraturan tersebut perlu disusun [9].

## IV. PENUTUP

Kehadiran teknologi NFC yang diintegrasikan ke dalam sebuah handphone secara konsep adalah memindahkan satu atau lebih *contactless smart card* ke dalam handphone, kemudian menghasilkan handphone NFC.

Sejatinya pemanfaatan handphone NFC dapat membawa manusia menuju konsep *ubiquitous computing*, dimana manusia tidak lagi menyadari keberadaan komputer di lingkungannya.

Implementasi teknologi NFC di Indonesia mungkin membutuhkan waktu yang cukup lama. Namun setidaknya kehadiran *contactless smart card* yang diterapkan dalam beberapa sektor menjadi dorongan menuju implemetasi teknologi NFC.

Disamping itu, peran pemerintah merupakan salah satu faktor penting implementasi teknologi NFC. Pemerintah melalui Kementerian Komunikasi dan Informatika harus cepat dalam mengeluarkan peraturan tentang implementasi NFC.

Tentunya juga diperlukan studi mendalam tentang teknologi NFC itu sendiri, mengingat di Indonesia teknologi ini masih tergolong baru.

## REFERENSI

- [1] Hendra Gunawan, "http://www.tribunnews.com/2011/05/31/pengguna-ponsel-naik-menjadi-53-persen", Diakses tanggal 16 Maret 2012.
- [2] Zulfikar Akbar, "http://fikarzone.wordpress.com/2010/04/20/ubiquitous-computing-itu/", Diakses tanggal 16 Maret 2012.
- [3] Mustafa Sarinanto, Mohammad dan Priyasta, Dwidharma dan Sarotama, Afrias dan Susanti, Yanti, "Studi Mengenai Implementasi Smart Card Pada Program Aplikasi Kantaya", Prosiding Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT2002).
- [4] Innovision Research & Technology plc, "Near Field Communication in the real world : Turning the NFC promise into profitable everyday applications".
- [5] NFC Forum Inc, "NFC in Public Transport", Januari 2011.
- [6] NFC Forum Inc, "Essentials for Successful NFC Mobile Ecosystems", Oktober 2008.
- [7] Anonim, "http://matanews.com/2009/11/02/bca-bidik-2-juta-pengguna-flazz/", Diakses tanggal 16 Maret 2012.
- [8] Rahayu, Dewi Agushinta dan Kusuma, Tubagus Maulana dan Junatas, Bismar dan Trihasta, Deni, "Case Study: The Condition of Ubiquitous Computing Application in Indonesia", Februari 2011.
- [9] Nugroho, "http://rri.co.id/index.php/detailberita/detail/9481", Diakses tanggal 16 Maret 2012.

# Perancangan *Labelling* pada Dokumen Menggunakan QR Code

Mita Pramihapsari<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Manajemen Persandian, Sekolah Tinggi Sandi Negara  
Jalan Raya Haji Usa Desa Putat Nutug  
Ciseeng Bogor  
085780033850  
E-mail : ichi.abee@gmail.com

Messa Prima Kaldera<sup>2)</sup>

<sup>2)</sup>Jurusan Manajemen Persandian, Sekolah Tinggi Sandi Negara  
Jalan Raya Haji Usa Desa Putat Nutug  
Ciseeng Bogor  
08561934593  
E-mail : kuraninja@hotmail.com

*Abstrak : Seiring dengan perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat, terjadi beberapa perubahan berkaitan dengan pemanfaatan teknologi dalam berbagai aspek kehidupan. Termasuk dalam bidang pengamanan baik pengamanan fisik, personil, markas, maupun dokumen. Pengamanan terhadap dokumen merupakan aspek yang sangat penting karena dokumen memuat informasi penting dan kadang kala berupa informasi yang bersifat rahasia dan bersifat terbatas. Berkaitan dengan hal ini, proses pengiriman surat maupun dokumen di Indonesia masih menggunakan cara konvensional. Alamat pengirim, penerima dapat terlihat dengan jelas dan hanya diamankan dengan cara melapisinya dengan amplop lain. Hal ini sangat beresiko. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan mengamankan dokumen tersebut secara kriptografis. Salah satunya dengan menggunakan QR Code yang didukung dengan skema Public Key Infrastructur. Dengan demikian, fisik dari surat atau dokumen tersebut dapat dienkripsi terlebih dahulu dan diberi digital signature. Melalui cara ini, dokumen tidak hanya dapat diamankan tetapi juga dapat menunjang terhadap administrasi persuratan karena skema yang kami ajukan akan langsung terhubung dengan database.*

**Keyword:** Pengamanan, klasifikasi, QR Code, Public Key Infrastructur, database

## 1. PENDAHULUAN

Pengaturan dan pengelolaan persuratan dalam suatu instansi yang memiliki sirkulasi informasi yang sangat tinggi merupakan hal penting yang harus diperhatikan. Pada saat ini sistem persuratan yang masuk pada suatu instansi masih menggunakan sistem lama yaitu surat yang berklasifikasi biasa, rahasia dan sangat rahasia masuk dan di periksa terlebih dahulu oleh bagian tata usaha instansi tersebut. Pada umumnya jika surat tersebut berklasifikasi rahasia maka nomor surat yang tertera dalam amplop terdapat kode r, untuk yang berklasifikasi sangat rahasia berkode

sr, bila kode tersebut tidak terdapat di amplop maka kode tersebut biasanya terdapat di dalam surat. Dengan menggunakan sistem lama ini, tidak dipungkiri banyaknya sisi kelemahan yang ada seperti pembukaan surat oleh orang yang tidak berwenang atau tidak berklasifikasi (karyawan tata usaha) untuk mengecek jenis surat tersebut apabila pada amplop surat tidak terdapat kode r, sr ataupun b untuk jenis surat biasa.

Saat ini teknologi telah berkembang pesat. Salah satunya adalah teknologi labelling. Teknologi labelling yang sedang berkembang saat ini adalah QR Code. Dengan kelebihan dan manfaat yang dimiliki, QR Code dapat digunakan sebagai sarana identifikasi surat pada saat surat masuk di bagian tata usaha suatu instansi.

Tujuan pembuatan sistem pelabelan surat menggunakan QR Code ini adalah untuk memudahkan sirkulasi dan pengamanan surat serta dapat mempermudah dalam pengadministrasian surat. Pembahasan pada paper ini berfokus kepada skema pelabelan suatu dokumen dengan menggunakan QR Code dengan penambahan aspek kriptografi dengan menggunakan Infrastruktur Kunci Publik.

## II. MODEL, TEORI, DESAIN DAN IMPLEMENTASI

### A. MODEL

Penerapan labelling dokumen dengan menggunakan QR Code yang kami rancang memuat proses pembuatan label dokumen yang terkomputasi, penggunaan *public key infrastructur* yang dapat menjamin keamanannya, serta skema pengadministrasian dokumen yang terkomputasi dengan menggunakan database.

Hardware yang dibutuhkan untuk mendukung rancangan ini adalah :

- Perangkat Komputer

- Webcam
  - Printer
- Software yang di butuhkan adalah :
- MySQL
  - QR code generator
  - QR code reader
  - Algoritma PKI

## B. TEORI

### 1. DOKUMEN BERKLASIFIKASI

Dokumen yang berklasifikasi merupakan dokumen rahasia yang diklasifikasikan berdasarkan kriteria ataupun pertimbangan tertentu yang ditentukan oleh pengirim atau pembuat dokumen rahasia tersebut. Klasifikasinya adalah sebagai berikut :

#### a. Sangat Rahasia

Wewenang untuk memberikan tingkat kerahasiaan tertinggi (sangat rahasia) hanya pada mereka yang memiliki tanggung jawab yang besar. Pejabat yang berhak mengirim berita sangat rahasia ini terbatas jumlahnya dan penggunaan sistem sandi berklasifikasi sangat tinggi (sangat rahasia) juga relatif sedikit. Kebocoran terhadap berita berklasifikasi sangat rahasia ini menyebabkan bahaya yang sangat besar terhadap bangsa dan negara.[1]

#### b. Rahasia

Klasifikasi rahasia diberikan terhadap berita yang jika diketahui pihak lain dapat menimbulkan kerusakan/krugian besar, mengurangi kehormatan negara, menyulitkan terlaksanakannya siasat pemerintah dalam hubungan internasional.[1]

#### c. Terbatas

Klasifikasi rahasia diberikan terhadap berita yang isinya tidak boleh diketahui oleh pihak yang tidak berhak, meskipun tidak akan merugikan kepentingan negara, merugikan atau mengurangi kehormatan negara.[1]

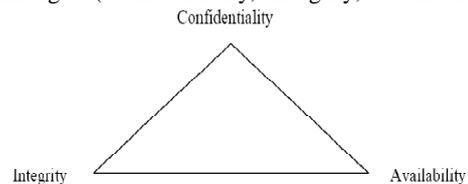
Sedangkan yang dimaksud dengan dokumen yang tidak berkalsifikasi adalah dokumen umum yang tidak akan menimbulkan ancaman apabila diketahui oleh pihak lain.[1]

## III. KEAMANAN INFORMASI

Dalam mengamankan sesuatu, ada dua hal yang harus diperhatikan, yaitu apa yang akan diamankan dan aspek spesifik apa dari hal yang akan diamankan tersebut. (Bornman, 2004). Menurut McLeod Informasi adalah data yang telah diproses atau data yang memiliki arti (Mc Leod, 2004). Sedangkan menurut Whitten, informasi adalah data yang telah diproses atau diorganisasi ulang menjadi bentuk yang berarti. Informasi dibentuk dari kombinasi data yang diharapkan memiliki arti bagi penerima.(Whitten,2004).

Menurut ISO/IEC 17799:2005 tentang *information security management system* bahwa keamanan informasi adalah upaya perlindungan dari berbagai macam ancaman untuk memastikan keberlanjutan bisnis, meminimalisir resiko bisnis, dan meningkatkan investasi dan peluang bisnis.

Perlindungan terhadap keamanan informasi meliputi aspek-aspek yang disebut CIA Triangle (Confidentiality, Integrity, Availability).



Gambar 1 CIA Triangle

*Confidentiality* biasanya berhubungan dengan data yang diberikan ke pihak lain untuk keperluan tertentu (misalnya sebagai bagian dari pendaftaran sebuah servis) dan hanya diperbolehkan untuk keperluan tertentu tersebut. Contoh *confidential information* adalah data-data yang sifatnya pribadi (seperti nama, tempat tanggal lahir, *social security number*, agama, status perkawinan, penyakit yang pernah diderita, nomor kartu kredit, dan sebagainya) merupakan data-data yang ingin diproteksi penggunaan dan penyebarannya.

*Integrity* dari informasi adalah melindungi ketelitian dan keutuhan dari informasi. (Jones, Ashenden, 2005). Konsep integrity menjamin bahwa:

- Modifikasi-modifikasitidak dilakukan terhadap data oleh personil atau proses yang tidak sah.
- Modifikasi-modifikasi yang tidak sah tidak dilakukan terhadap data oleh personil atau proses yang sah.
- Data bersifat konsisten baik secara internal maupun eksternal; dengan kata lain, bahwa informasi internal bersifat konsisten di antara semua subentitas dan bahwa informasi internal bersifat konsisten dengan situasi eksternal dan di dunia nyata.

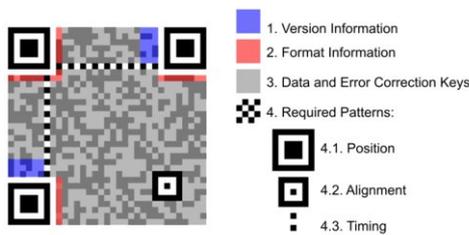
*Availability* dari informasi adalah meyakinkan bahwa pihak yang mempunyai otoritas mempunyai akses terhadap informasi ketika informasi tersebut dibutuhkan (Jones, Ashenden, 2005).

Pada paper yang kami buat ini, yang ingin kami amankan adalah *confidentiality* dan *integrity* dari surat-surat yang berklasifikasi maupun yang tidak berklasifikasi

## QR-CODE

QR Code merupakan bentuk evolusi dari kode batang dari satu dimensi menjadi 2 dimensi yang dikembangkan oleh Denso Wave. Pengenalan

pola dilakukan dengan mendeteksi marker atau tanda yang telah diisi dengan informasi yang dibutuhkan. QR merupakan singkatan dari Quick Response. Tujuannya adalah untuk menyampaikan informasi dengan cepat dan mendapatkan respon yang cepat pula[2]. Berbeda dengan kode batang yang hanya menyimpan informasi secara horizontal, QR-code mampu menyimpan informasi secara horizontal dan vertikal.[2] Oleh karena itu, QR Code dapat menampung informasi yang lebih banyak misalnya dalam bentuk URL, teks, angka dll. Karenanya, dengan menggunakan QR Code, kita dapat menyimpan informasi mengenai Nomor Surat, Klasifikasi Dokumen, Pengirim dan Perihal.[2]



Gambar 2. Keterangan simbol umum QR Code

Kelebihan QR Code dibandingkan dengan Barcode adalah :[2]

1. Kapasitas atau panjang kata lebih banyak
2. Tipe data yang disimpan pada QR Code beragam dapat berupa angka atau huruf atau gabungan keduanya.
3. QR Code dapat dibaca dari segala arah sehingga kemungkinan gagal dalam membaca sangat kecil
4. Memiliki ketahanan hingga 30%. Sehingga apabila QR Code mengalami kerusakan hingga 30 % dapat tetap terbaca.

Tabel 1 Tabel standarisasi QR Code

Symbol Size	21 x 17-177 x 177 modules (size grows by 4 modules/ side)	
Type and Amount of Data (mix use is possible)	Numeric	Max characters 7089
	Alphanumeric	Max characters 4296
	8-bit Bytes (binary)	Max characters 2953
	Kanji	Max characters 1817
Error Correction	Level L	Approx. 7 % of codewords can be restored
	Level M	Approx. 15 % of codewords can be restored
	Level Q	Approx. 25 % of codewords can be restored
	Level H	Approx. 30 % of codewords can be restored

Symbol Size	21 x 17-177 x 177 modules (size grows by 4 modules/ side)	
		restored
Structured append	Max 16 symbols (printing in a narrow area)	

### PUBLIC KEY INFRASTRUCTUR

Public Key Infrastructur adalah implementasi dari berbagai teknik kriptografi yang bertujuan untuk mengamankan data, memastikan keaslian data maupun pengirimnya dan mencegah penyangkalan. Komponen-komponen PKI antara lain:[3]

1. Certification Authorities (CAs), Suatu badan yang berwenang untuk memberikan validasi atau sertifikat digital pada kunci publik.
2. Repository kunci, sertifikat dan Certificate Revocation Lists (CRLs), Basis data untuk

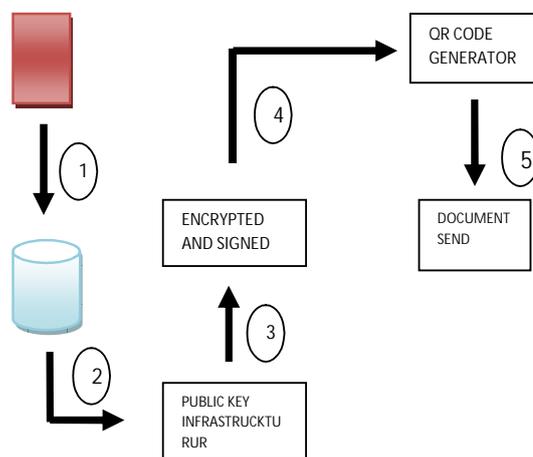
menyimpan semua data tentang kunci publik dan sertifikat kunci publik tersebut. Disamping itu terdapat list expiry time untuk manajemen kunci bagi para pemilik kunci. CRL merupakan daftar kunci yang harus ditarik dan diganti dengan kunci yang baru. CA secara periodik mengeluarkan CRL (Certificate Revocation List) yang berisi nomor seri sertifikat digital yang ditarik. Sertifikat digital yang sudah kadaluarsa otomatis dianggap sudah tidak sah lagi dan dimasukkan ke dalam CRL. Dengan cara ini, maka CA tidak perlu memberitahu perubahan sertifikat digital kepada setiap orang.

3. Management Function, Suatu prosedur yang digunakan untuk menjadi guideline dari keseluruhan proses yang ada dalam PKI.
4. Policy Approving Authority (PAA), Memberikan guideline untuk keseluruhan PKI dan melakukan sertifikasi kunci publik dari PCA
5. Policy Certification Authority (PCA), Memberikan policy untuk semua CA dan user yang ada pada domainnya dan melakukan sertifikasi kunci publik dari CA
6. Organizational Registration Authority (ORA), Entitas yang berperan sebagai perantara antara CA dan user.

Aktivitas yang dilakukan PKI adalah Pembangkitan, pemberian sertifikat, dan pendistribusian kunci, pemberian tanda tangan dan verifikasi tanda tangan, perolehan sertifikat, verifikasi sertifikat, penyimpanan sertifikat untuk penggunaan lebih lanjut, perolehan sertifikat yang sudah disimpan, laporan kehilangan kunci, pembangkitan ulang kunci yang hilang, perolehan crt, pemberian ulang kunci dan pemberian sertifikat ulang, pelaksanaan audit terhadap kejadian, seperti permintaan pasangan kunci dan sertifikat, pengarsipan kunci.

C. DESAIN DAN IMPLEMENTASI

1. PROSES PEMBUATAN LABEL DOKUMEN QR CODE



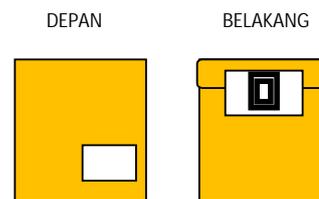
Gambar 3. skema pembuatan dokumen QR code

Keterangan :

1. Sebuah dokumen yang akan dikirim , telah ditentukan nomor, klasifikasinya, orang/badan yang akan dituju, perihal,dan instansi pengirim. Semua data mengenai dokumen tersebut harus disimpan dalam database administrasi dokumen terlebih dahulu.
2. Pilih data NOMOR SURAT, KUALIFIKASI, PENERIMA, PENGIRIM, dan PERIHAL.
3. Melalui skema PKI, administrator harus meminta public key dari instansi yang dituju.Data yang ada kemudian diberi digital signature yang dienkripsi menggunakan private key dari instansi itu sendiri. Kemudian data yang ada dienkripsi dengan menggunakan public key milik instansi yang dituju.
4. Signed and encrypted data tersebut kemudian dimasukkan dalam QR Code generator.
5. QR Code yang dihasilkan kemudian diprint pada kertas tempel yang berukuran cukup lebar. Label tersebut kemudian ditempel pada dokumen tepat digaris surat sebagai segel.

Penggunaan *Public Key Infrastructur* pada desain yang kami ajukan hampir sama seperti kerberos. Namun terdapat beberapa perbedaan. Sebuah instansi yang menjadi Certification Authorities harus menjadi pihak yang benar-benar dapat dipercaya dan dapat memberikan jaminan keamanan atas public key seluruh instansi yang disimpan pada databasenya.

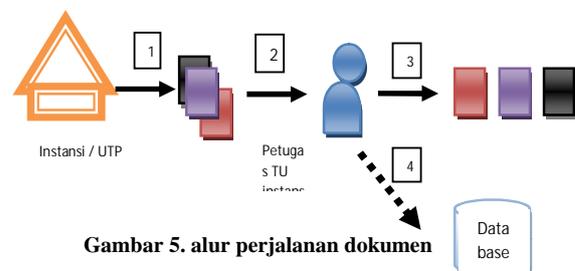
2. DESAIN SAMPUL QR CODE



Gambar 4 desain sampul dokumen dengan QR Code

Desain sampul yang diusulkan penulis adalah, bagian depan tetap mencantumkan nama instansi pengirim. Namun hanya nama instansi tersebut tanpa disertai keterangan lainnya. Hal ini dilakukan untuk memudahkan petugas Tata Usaha saat melakukan verifikasi. Bagian belakang disegel dengan menggunakan label QR Code. Label ini harus diprint menggunakan tinta dengan kualitas yang baik pada kertas tempel agar tidak mudah rusak. Selain untuk menyimpan informasi, dengan peran QR Code sebagai segel, maka kita dapat menjaga otentikasi dari surat yang kita terima. Apabila telah terkoyak, berarti ada pihak lain yang telah membukanya.

3. Skema Pengiriman dan Penerimaan Dokumen.



Gambar 5. alur perjalanan dokumen

Keterangan :

1. Instansi X mengirimkan dokumen baik yang berklasifikasi maupun dokumen yang tidak berklasifikasi kepada instansi Y.
2. Dokumen tersebut kemudian diterima oleh Staff Tata Usaha instansi Y, staff tersebut kemudian

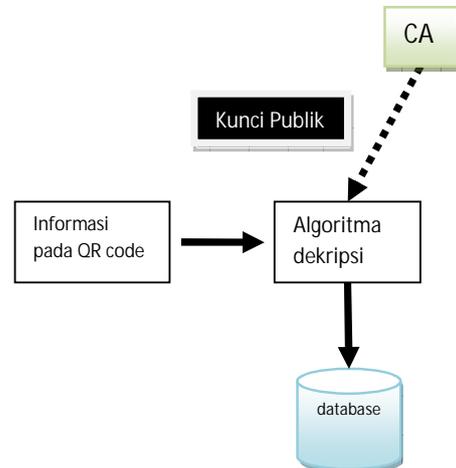
- memeriksa keutuhan segel QR Code yang ada. apabila segel telah rusak atau telah terkoyak maka staf tersebut harus langsung menghubungi instansi yang bersangkutan untuk melakukan verifikasi.
3. Staff instansi Y menggunakan kamera yang terhubung dengan webcam untuk memindai QR Code dan secara otomatis memasukkan informasi tersebut sebagai inputan pada QR Code reader untuk membuka data yang disimpan dalam QR Code. Data tersebut masih sebenarnya masih terenkripsi sehingga harus di dekripsi dengan menggunakan private key instansi Y dan melakukan otentikasi dengan cara melakukan verifikasi terhadap digital signature pengirim menggunakan public key milik instansi X.
  4. Apabila dokumen tersebut terbukti sah dan dapat di dekripsi, maka data-datanya akan langsung tersimpan dalam database administrasi persuratan instansi tersebut dan didistribusikan sesuai dengan pihak yang dituju dalam instansi tersebut. Database yang digunakan harus terpisah antara dokumen berklasifikasi dengan dokumen biasa. Karena terdapat perbedaan perlakuan.

#### 4. Peranan Public Key Infrastructur

Penggunaan *Public Key Infrastructur* pada desain yang kami ajukan hampir sama seperti kerberos. Namun terdapat beberapa perbedaan. Sebuah instansi yang menjadi Certification Authorities harus menjadi pihak yang benar-benar dapat dipercaya dan dapat memberikan jaminan keamanan atas public key seluruh instansi yang disimpan pada databasenya. CA menjadi *third trusty person*. Masing-masing instansi harus melakukan pendaftaran atas public key yang mereka miliki dan mendapatkan sertifikasi. Kemudian atas persetujuan masing-masing instansi, kunci publik tersebut di distribusikan keseluruhan instansi yang mendaftarkan kunci publik mereka. dengan demikian, masing-masing instansi memiliki daftar seluruh kunci publik yang dibutuhkan.

Peran CA selanjutnya adalah melakukan penjadwalan *updating key*, *deleting key*, *restored key* apabila terdapat kunci yang hilang. CA harus segera memberitahukan kepada seluruh instansi untuk melakukan pergantian kunci dan memastikan bahwa pergantian kunci dilakukan secara bersamaan dan kunci yang baru harus didistribusikan dengan cepat dan aman. Pendistribusian dilakukan setelah masing-masing instansi yang telah diberitahukan sebelumnya mengenai pergantian kunci mengirimkan sebuah request untuk meminta daftar kunci publik yang baru. Pada request tersebut di enkripsi menggunakan kunci privat yang baru dan diberi tanda digital menggunakan kunci publik CA.

#### 5. Administrasi Database



Gambar 6. skema proses penyimpanan pada database administrasi

Pada desain yang kami ajukan ini, setelah informasi pada QR Code diotentikasi dengan menggunakan kunci publik instansi pengirim dan berhasil didekripsi dengan menggunakan kunci privat instansi penerima maka informasi mengenai surat tersebut akan otomatis disimpan di database administrasi. Database administrasi tersebut terbagi menjadi dua entitas. Yakni untuk dokumen atau surat yang berklasifikasi dan dokumen atau surat yang tidak berklasifikasi. Pada database tersebut, informasi nomor surat dijadikan sebagai *primary key* dan klasifikasi dokumen merupakan *foreign key*.

Begitu dokumen itu masuk, maka akan langsung dicek apakah ia berklasifikasi atau tidak. Pada paper ini kami hanya akan membahas dokumen berklasifikasi. Pada database untuk dokumen yang berklasifikasi yang menjadi atribut adalah Tanggal Masuk, No Surat, Klasifikasi, Pengirim, Penerima, Perihal, Tanggal Kadaluarsa dan Tempat penyimpanan.

Atribut Tanggal masuk akan langsung terisi sesuai dengan waktu dalam sistem. Atribut No Surat, Klasifikasi, Penerima, Perihal akan terisi secara otomatis pada database. Klasifikasi dokumen dengan Tanggal masuk akan menentukan batas masa kadaluarsa. Batasan ini disesuaikan dengan kebijakan yang berlaku pada instansi tersebut. Misalnya, untuk dokumen atau surat dengan klasifikasi Rahasia memiliki waktu kadaluarsa selama 10 tahun, maka sistem akan mengingatkan untuk memusnahkan dokumen setelah jangka waktu tersebut. Atribut Tempat Penyimpanan juga ditentukan oleh klasifikasi dokumen. Sistem akan menentukan dimana penyimpanannya dan dengan cara apa. Hal ini dapat dicantumkan berupa kode

yang telah disepakati. Misalnya dokumen Sangat Rahasia disimpan pada brankas dengan kombinasi kunci ataupun dengan biometrik pada ruangan yang bersifat terbatas.

5. Sistem Kripto Kurva Elips

Pemilihan penggunaan algoritma kurva elips sebagai algoritma public key karena kurva elips memiliki masalah logaritma yang terpisah sehingga sulit dipecahkan, hal ini sangat diperlukan oleh desain kami untuk pengamanan informasi yang meliputi nomer surat, kalsifikasi dan lain-lain baik menggunakan public key maupun private key yang telah dibangkitkan oleh algoritma kurva elips.

Keuntungan dari algoritma kurva elips dibandingkan dengan algoritma kriptografi kunci publik yang lain, yaitu dalam hal ukuran kunci yang lebih pendek tetapi memiliki tingkat keamanan yang sama sehingga mudah di implementasikan dalam perancangan desain kami.

Symmetric cipher key length	ECC key length for equivalent security	DSA/RSA key length for equivalent security
80	160	1024
112	224	2048
128	256	3072
192	384	7680
256	512	15360

Tabel Perbandingan panjang kunci ECC, DSA dan RSA key length oleh Lopez adan Dahab (May 2000)

Terlihat pada tabel diatas ECC menyediakan keamanan yang lebih dibandingkan DSA/RSA. .Keuntungan yang lain adalah cepatnya penyediaan kuci publik sehingga dapat membantu instansi pemerintah dalam *Key updating*.

Penerapan algoritma kurva elips ini diawali dengan pembangkitan kunci sepasang yaitu private key yang di miliki oleh instansi pemerintah yang menerima surat, dan public key yang nantinya akan di berikan kepada seluruh instansi pemerintah lain.

Ketika suatu instansi ingin mengirim dokumen maka terlebih dahulu dokumen tersebut (informasi mengenai nomor surat, klasifikasi surat, pengirim, penerima, dan lain-lain) dienkrpsi oleh publik key instansi penerima surat. Setelah itu dilakukan otentikasi dengan cara pengenkripsian kembali oleh private key yang dimiliki instansi pengirim. Hasil enkripsi tersebut digunakan sebagai inputan dalam QR Code. Jika dokumen tersebut telah sampai di bagian penerima, maka bagian tata usaha dalam instansi tersebut mendekripsi dengan publik key pengirim dan pendekripsian kembali dengan kunci private instansi bersangkutan. Pada kedua proses ini yaitu pengenkripsi,dekripsi serta otentikasi menggunakan 2 kali pembangkitan

sepasang kunci. Pasangan kunci pertama milik instansi pengirim dan pasangan kunci kedua milik penerima.

IV. HASIL

Suatu instansi X ingin mengirim sebuah surat yang berklasifikasi rahasia. Instansi X menggunakan kertas berwarna merah dan terdapat tulisan "RAHASIA". Untuk mengamankannya, maka surat tersebut menggunakan amplop ganda. Agar pihak instansi Y sebagai penerima dapat mengetahui klasifikasi dari surat tersebut maka pihak Tata Usaha instansi X menuliskan nomor surat yang berisis kode berupa huruf SR untuk Sangat Rahasia, R untuk Rahasia, dan T untuk surat yang Terbatas. Namun, ternyata tidak semua dokumen atau surat yang menggunakan amplop ganda mencantumkan nomor surat dibagian luar, hal ini menyebabkan pihak Tata Usaha instansi Y membuka surat tersebut terlebih dahulu.

Deskripsi tersebut merupakan hal yang terjadi terkait dengan arus informasi antar instansi. Dengan mekanisme konvensional tersebut, terdapat banyak celah keamanan. Penerapan QR Code sebagai label untuk menggantikan mekanisme konvensional tersebut dapat menjadi pilihan yang bijak.

Pemilihan QR Code didasarkan pada kecepatan pembacaan yang dimiliki, fleksibilitas, kapasitas dan sifatnya yang aplikatif. QR Code dapat dibaca asalkan menggunakan kamera yang terintegrasi dengan aplikasi QR Reader dan proses ini berlangsung dengan cepat. QR Code dapat digunakan untuk mengenkripsi angka, huruf, kombinasi angka dan huruf serta huruf kanji. Hal ini menunjukkan kemampuan QR Code untuk membaca data. Kapasitas QR Code jauh lebih besar dibandingkan dengan barcode, yakni mencapai 7 Kb. Hal ini merupakan aspek yang penting karena berkaitan dengan data yang harus disimpan.

Pada skema pembuatan label yang dilakukan di instansi pengirim dilakukan administrasi terhadap dokumen terlebih dahulu. Hal ini bertujuan agar keberadaan dokumen tersebut dapat dilacak dan penomoran dapat dilakukan dengan runut dan sistematis. Data informasi mengenai dokumen yang akan dikirim tersebut sebelumnya harus dienkrpsi dengan menggunakan algoritma Elliptic curve. Hal ini didasarkan pada aplikasi QR Reader yang dapat diperoleh dengan mudah yang menyebabkan penggunaan QR Code menjadi rawan. Oleh karenanya, kami menambahkan skema pengamanan dengan menggunakan algoritma tersebut. Penyandian informasi dilakukan dengan menggunakan kunci publik dari instansi penerima.  $C = P_Y(E,M)$  . untuk memastikan otentikasi dokumen dan keabsahannya,

maka informasi yang telah ter-enkripsi tersebut diberi tanda tangan digital dengan menggunakan kunci privat dari instansi X sebagai pengirim.  $D = S_X(E,C)$

Setelah diperoleh *encrypted and signed data* kemudian dienkripsi menggunakan QR Code. Jadi, data tersebut mengalami 2 kali penyandian. Dengan demikian, diharapkan bagi siapapun yang memiliki aplikasi QR Reader tetap tidak dapat membacanya karena membutuhkan kunci privat instansi penerima dan kunci publik instansi pengirim. Fungsi dari QR Code selain untuk menyandi informasi mengenai dokumen juga digunakan sebagai segel. Segel ini dapat digunakan sebagai otentikasi secara fisik yang dapat digunakan sebagai parameter jaminan keamanan dokumen tersebut secara fisik.

Segel QR Code dapat digunakan sebagai indikator apakah selama dalam proses pengiriman dokumen tersebut telah dibuka terlebih dahulu atau tidak. Jika kertas segel QR Code sudah terkoyak, maka instansi pengirim masih dapat melakukan pembacaan pada QR Code asalkan kerusakannya tidak lebih dari 30 % dan instansi penerima dapat segera melakukan verifikasi dan pemberitahuan kepada instansi pengirim untuk melakukan tindakan guna mengurangi akibat yang mungkin timbul apabila isi dari dokumen tersebut terbukti telah bocor kepada pihak lain.

Pada skema penerimaan dokumen, petugas terlebih dahulu harus melakukan pemeriksaan terhadap keutuhan segel, kemudian menggunakan webcam untuk membaca pesan pada QR Code. Dalam hal ini salah satu kelebihan QR Code adalah dapat dibaca dari berbagai arah. Dengan demikian, secara teori proses ini dapat berlangsung dengan cepat. Setelah kode berhasil terbaca, petugas akan membangkitkan kunci publik milik instansi pengirim untuk melakukan verifikasi serta membangkitkan kunci privat milik instansinya sendiri untuk mendekripsi pesan. Apabila telah terbukti bahwa data tersebut sah maka akan langsung disimpan kedalam data base administrasi instansi penerima.

Pada rancangan ini, diasumsikan bahwa semua instansi menerapkan sistem yang sama. Sehingga masing-masing sudah mengetahui algoritma yang digunakan.

Kelabihan mekanisme pelabelan ini adalah adanya database yang harus tersedia. Keberadaan database merupakan hal yang penting karena dengan adanya database ini instansi dapat mengetahui dengan tepat dokumen yang tersimpan, dokumen yang harus dimusnahkan maupun dokumen pendistribusian dari dokumen tersebut. Pengaman yang dilakukan atas informasi ini juga

dapat lebih dioptimalkan dengan penambahan akses kontrol dan kontrol integritas data apabila dibandingkan dengan penggunaan administrasi yang bersifat konvensional.

## V. SIMPULAN

Penggunaan QR Code sebagai label dari suatu dokumen merupakan alternatif baru dalam pengamanan dokumen. Dengan adanya sistem pelabelan ini, maka dapat menunjang pengadministrasian dokumen karena data informasi diolah secara terkomputerisasi. Penerapan Public Key Infrastructur dapat menunjang pengamanan pada dokumen karena data/ informasi mengenai dokumen tersebut telah dienkripsi terlebih dahulu dan diberi digital signature sebelum dienkripsi dengan QR Code.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Diktat Pengamanan Persandian untuk Akademi Sandi Negara. 1995. Akademi Sandi Negara : Jakarta.
- [2] [www.denso-wave.com/qrcode/qrcodefeature-e.html](http://www.denso-wave.com/qrcode/qrcodefeature-e.html) diakses tanggal 25 Agustus 2011
- [3] <http://blog.unand.ac.id/sibodohsaurus/2011/07/07/konsep-infrastruktur-kunci-publik-publickey-infrastructure>
- [4] Schneir, Bruce, John Wiley & Sons. 1996. *Applied Cryptography 2<sup>nd</sup>*.
- [5] Menezes, Alfred J, Paul C van Oorschot, dan Scott A. Vanstone. 1996. *Handbook of Applied Cryptography*. CRC Press.
- [6] Munir, Renaldi. 2006. Kriptografi, Penerbit Informatika: Bandung

# Pengembangan Aplikasi Pengendali Komputer Jarak Jauh “Altermote” Pada Smartphone Berbasis Android

<sup>1</sup>Franky Hadinata, <sup>2</sup>Jurike Moniaga, <sup>3</sup>Dario Hitani, <sup>4</sup>Canggih Perdana, <sup>5</sup>Kevin Santoso

School of Computer Science  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia

<sup>1</sup>[frankz\\_inside@yahoo.com](mailto:frankz_inside@yahoo.com), <sup>2</sup>[jurike@binus.edu](mailto:jurike@binus.edu)  
Jl. K.H Syahdan No. 9 Jakarta Barat 11480

*Abstract*— Peranan *notebook* dan *smartphone* telah menjadi sesuatu yang tidak dapat dilepaskan dan menjadi instrumen penting dalam kehidupan masyarakat modern seperti aplikasi presentasi untuk *smartphone*. Melihat kondisi tersebut, dikembangkan sebuah aplikasi dengan tujuan untuk meningkatkan fungsionalitas *smartphone*. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi bernama AlterMote yang menjadikan *smartphone* Android sebagai alat bantu presentasi dan pengganti *mouse* serta *keyboard* pada *notebook* atau komputer menggunakan media Wi-Fi sebagai sarana konektivitas. Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode analisis dan metode perancangan. Metode analisis terdiri dari studi literatur, analisis aplikasi sejenis, wawancara, dan kuesioner. Metode perancangan menggunakan *Extreme Programming* (XP) yang terdiri dari tahap *planning*, *design*, *coding*, dan *testing*. Hasil yang dicapai adalah sebuah aplikasi *client* yang berjalan pada *smartphone* Android dan aplikasi *server* yang berjalan pada komputer berbasis sistem operasi Microsoft Windows, Mac OS, dan Linux. Dengan menggunakan aplikasi AlterMote, *user* dapat menggunakan fungsi *mouse*, *keyboard* dan *presentation tools* pada komputer dengan menggunakan *smartphone* Android. Simpulan yang diperoleh adalah aplikasi yang menjadikan *smartphone* Android sebagai sebuah alat bantu presentasi yang mempermudah kegiatan presentasi *user*.

**Keywords**- *Presentasi, Wi-Fi, Smartphone, Android*

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Peranan *notebook* dan *smartphone* pada saat ini semakin penting dan telah menjadi suatu bagian yang penting dalam kehidupan sehari-hari masyarakat. *Notebook* memberikan berbagai macam fasilitas yang pada dasarnya sama dengan sebuah *Personal Computer* (PC), namun dengan ukuran yang lebih kecil sehingga mudah untuk dibawa kemana saja. Di sisi lain, *smartphone* memberikan fasilitas dasar yang dimiliki oleh sebuah *mobile phone* pada umumnya, dan didukung dengan beberapa fasilitas dari sebuah PC. Sebagian besar masyarakat modern yang mengikuti perkembangan teknologi telah memiliki kedua *devices* tersebut dan selalu membawanya kemana saja.

Melihat kondisi tersebut, maka keberadaan *smartphone* dapat digunakan sebagai salah satu alternatif

untuk mengatasi kesulitan yang sering dihadapi oleh para pemilik *notebook*, yaitu menggunakan *touchpad* dan sejenisnya sebagai pengganti *mouse*. Dengan merancang sebuah aplikasi AlterMote, maka *smartphone* tersebut dapat berperan sebagai sebuah *mouse* sehingga tidak perlu lagi membawa *mouse*. Aplikasi tersebut akan memanfaatkan fasilitas *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) sebagai media koneksi antara *smartphone* dengan *notebook*.

Aplikasi yang diberi nama AlterMote ini terdiri dari dua aplikasi yang berjalan di *server* (*notebook*) dan *client* (*smartphone*). Aplikasi *server* akan berjalan pada *notebook* (komputer) dengan sistem operasi Microsoft Windows, Linux, dan Mac OS sedangkan aplikasi *client* berjalan pada *smartphone* berbasis sistem operasi Android. Aplikasi *client* dapat ditampilkan pada layar dengan orientasi *portrait* maupun *landscape* dan terdapat dua tombol di layar yang berfungsi sebagai *left-click* dan *right-click*. Selain itu aplikasi ini juga menyediakan fitur *mouse*, *keyboard*, *on-screen pointer*, *highlighter* dan *presentation tools*, yang dapat digunakan untuk membantu melakukan presentasi.

### B. Metodologi

Metodologi penelitian yang digunakan adalah:

#### 1) Metodologi Analisis

- a. literatur  
Metode analisis dengan cara mempelajari buku, artikel, dan jurnal untuk mendapatkan landasan dasar penulisan skripsi.
- b. Analisis aplikasi sejenis  
Mempelajari beberapa aplikasi yang sejenis dengan aplikasi yang akan dikembangkan untuk mendapatkan data dan informasi yang berguna untuk pengembangan aplikasi dan penulisan skripsi.
- c. Wawancara  
Memperoleh masukan dan evaluasi dari narasumber ahli mengenai aplikasi yang akan dikembangkan.
- d. Kuesioner  
Memperoleh masukan dan evaluasi dari responden mengenai aplikasi yang akan dikembangkan.

## 2) Metodologi Perancangan

Metode perancangan yang akan digunakan adalah *Extreme Programming (XP)* berdasarkan Pressman [1] yang meliputi tahap-tahap seperti:

- *Planning*
- *Design*
- *Coding*
- *Testing*

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Interaksi Manusia dan Komputer

Berdasarkan jurnal *Human-Computer Interaction: Overview on State of the Art. International Journal On Smart Sensing And Intelligent Systems* yang ditulis oleh Karray, Alemzadeh, Saleh, dan Arab yang mengutip pernyataan Te'eni [2], interaksi manusia dan komputer atau disebut juga *Human Computer Interaction (HCI)* adalah sebuah rancangan yang harus menghasilkan suatu kesesuaian antara *user*, mesin yang digunakan dan layanan yang dibutuhkan dengan tujuan untuk mencapai kinerja yang ditentukan baik dalam segi kualitas dan optimalitas layanan.

### B. Faktor Manusia Terukur

Sesuai pendapat yang dikemukakan Shneiderman dan Plaisant [3], dalam merancang sistem yang *user friendly* sebelumnya harus memperhatikan lima faktor berikut :

1. Waktu belajar
2. Kecepatan kinerja
3. Tingkat kesalahan *user*
4. Daya Ingat
5. Kepuasan Subjektif

### C. Delapan Aturan Emas

Menurut Shneiderman dan Plaisant [3] terdapat delapan aturan yang dapat digunakan sebagai petunjuk dasar untuk merancang *user interface* yang baik dan *user friendly* :

1. Berusaha untuk konsisten  
Konsisten dalam berbagai keadaan, baik dalam penggunaan tampilan seperti warna, menu, dan jenis tulisan hingga urutan tindakan.
2. Melayani semua *user*  
Mengetahui adanya kebutuhan yang berbeda bagi setiap *user*. Pada *user* pemula mungkin dibutuhkan adanya suatu fitur penjelasan dan pada *user* yang ahli dibutuhkan adanya fitur *shortcut* untuk mempercepat pekerjaannya.
3. Memberikan umpan balik yang informatif  
Untuk setiap tindakan yang dilakukan *user*, harus ada suatu umpan balik untuk memberikan informasi kepada *user* mengenai akibat dari tindakannya.
4. Merancang dialog untuk menghasilkan keadaan akhir  
Urutan dari tindakan harus dikelompokkan menjadi bagian awal, pertengahan dan akhir. Pada bagian

akhir ada suatu umpan balik informatif yang memberikan kepuasan dan keyakinan pada *user* karena telah berhasil menyelesaikan tindakannya.

5. Memberikan pencegahan dan penanganan kesalahan yang sederhana  
Rancangan sistem tidak mengizinkan *user* melakukan kesalahan yang serius dan jika terjadi kesalahan, maka *interface* harus memberikan instruksi yang sederhana, konstruktif dan spesifik untuk pemulihan kembali.
6. Mengizinkan pengembalian aksi  
Fitur ini membebaskan *user* dari kecemasan dengan memberikan *user* kemampuan untuk mengembalikan keadaan seperti sebelum dilakukan kesalahan.
7. Pengendalian internal  
*User* menjadi pengendali sistem sedangkan sistem akan merespons tindakan yang dilakukan *user*, dan bukan sebaliknya. Jadi peran *user* dalam sistem adalah sebagai inisiator bukan responden.
8. Mengurangi beban ingatan jangka pendek  
Memberikan *user* suatu sistem yang sederhana dan mudah diingat. Hal ini disebabkan adanya keterbatasan ingatan manusia. Sistem dapat disederhanakan dengan beberapa cara, misalnya melalui penggunaan tampilan yang sederhana, penggabungan beberapa tampilan yang bisa disatukan, dan pemberian pelatihan yang cukup untuk kode, mnemonik serta urutan tindakan.

### D. Unified Modelling Language (UML)

Menurut Whitten dan Bentley [4], *Unified Modelling Language (UML)* adalah suatu kumpulan aturan atau ketentuan pemodelan yang digunakan untuk menentukan dan menggambarkan sebuah sistem *software* yang berhubungan dengan objek.

UML telah menjadi standar dalam bahasa pemodelan di bidang perancangan *software*. Standarisasi UML diatur dan dibuat oleh Object Management Group (OMG).

### E. Rekayasa perangkat Lunak

Definisi rekayasa perangkat lunak menurut Pressman [1] adalah penerapan prinsip-prinsip perancangan yang jelas untuk menghasilkan *software* yang ekonomis, handal, dan mampu bekerja dengan efisien pada mesin yang sesungguhnya.

Tahap-tahap umum dalam kerangka proses perancangan *software* menurut Pressman [1] :

#### 1. *Communication*

Tahap ini meliputi komunikasi dan kolaborasi dengan konsumen untuk mengumpulkan data mengenai kebutuhan *software*.

#### 2. *Planning*

Berdasarkan data yang dikumpulkan, mulai merencanakan segala sesuatu yang dibutuhkan untuk merancang *software*, seperti kebutuhan teknis, hasil akhir produk dan jadwal pengerjaan.

3. *Modelling*

Aktivitas ini meliputi pembangunan model yang bertujuan untuk memahami kebutuhan *software* dan rancangan yang dibutuhkan untuk mewujudkannya.

4. *Construction*

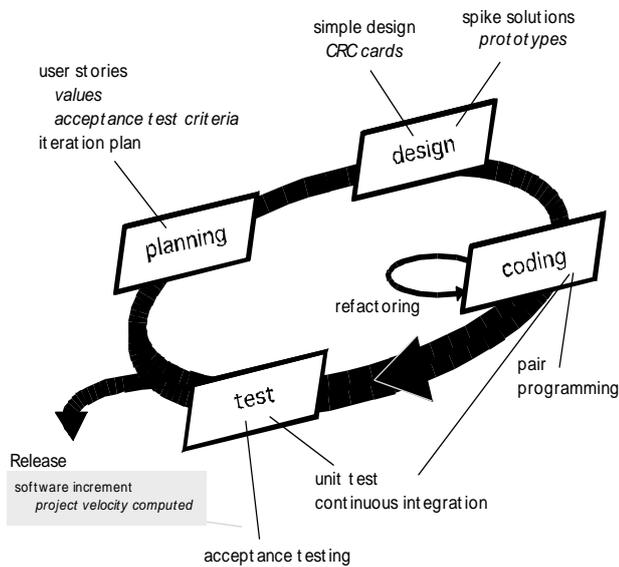
Tahap dimana *software* mulai dikembangkan. Tahap ini meliputi proses *coding* dan *testing* untuk menemukan kesalahan pada kode.

5. *Deployment*

*Software* mulai disebarluaskan secara luas kepada konsumen yang akan mengevaluasi dan memberikan umpan balik mengenai *software* tersebut.

F. *Extreme Programming (XP)*

*Extreme Programming (XP)* merupakan salah satu jenis metode pengembangan *software* yang termasuk dalam *Agile Software Development*. Metode XP mengutamakan kepentingan dari *user* dalam setiap tahap pengembangannya dan menekankan pada kerjasama tim. Dalam XP, *user* ikut serta dalam menentukan kebutuhan *software* dan pihak pengembang merancang *software* sesuai keinginan *user* tersebut. Setiap perubahan yang terjadi pada *software* akan diberitahukan kepada *user* untuk mendapatkan *feedback*. Komunikasi antara setiap pihak dalam proses pengembangan sangat penting dalam XP.



Gambar 1. *Extreme Programming*

III. PEMBAHASAN

A. *Analisis Aplikasi Sejenis*

Analisis aplikasi sejenis akan memberikan gambaran singkat dan perbandingan mengenai aplikasi-aplikasi yang sejenis dengan aplikasi yang dikembangkan. Aplikasi-aplikasi ini memiliki konsep yang sama, yaitu adanya aplikasi yang berjalan pada komputer (*server*) dan pada

smartphone (*client*). Aplikasi tersebut walaupun memiliki fitur yang sama seperti fitur *mouse* dan *keyboard*, terdapat juga aplikasi yang menambahkan fitur khusus lain sebagai nilai tambah. Melihat banyaknya aplikasi sejenis yang ada, maka hanya dipilih satu dari setiap jenis aplikasi dengan fitur khusus yang sama untuk dibandingkan dengan aplikasi yang dikembangkan. Keunggulan dan kelemahan aplikasi diidentifikasi berdasarkan *user experience*, *user reviews* pada *Android Market*, dan keterangan penggunaan pada situs resmi aplikasi tersebut.

Tabel 1. Analisis terhadap aplikasi sejenis

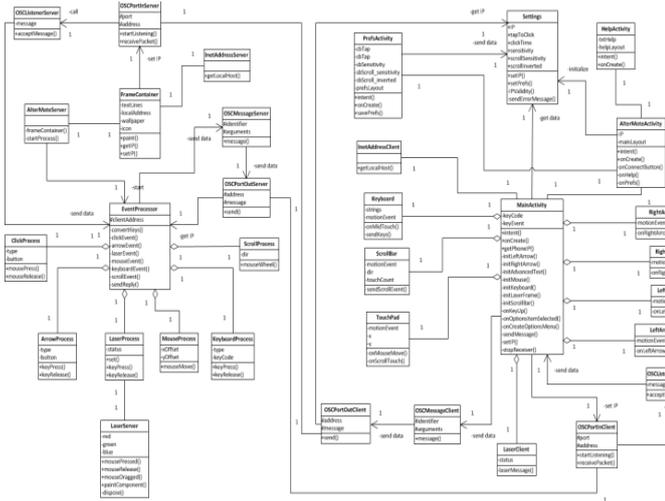
App Name Fitur	PPT Remote	Touch Mouse	Gmote
<i>Mouse</i>	✓	✓	✓
<i>Keyboard</i>	✗	✓	✓
<i>Next/Previous Slide</i>	✓	✗	✓
<i>Start/End Slide Show</i>	✗	✗	✓
<i>Resume Slide Show</i>	✗	✗	✗
<i>Black Screen</i>	✓	✗	✗
<i>On-screen Pointer</i>	✗	✗	✗
<i>Highlighter</i>	✓	✗	✗
<i>Change Highlighter Color</i>	✗	✗	✗

Berdasarkan tabel tersebut terdapat beberapa kriteria yang menjadi dasar pengamatan terhadap ketiga aplikasi tersebut, antara lain: sistem operasi *server* yang didukung, pilihan konektivitas, serta fitur-fitur seperti *mouse*, *keyboard*, dan *presentation tools*. *Presentation tools* yang dimaksud adalah fitur-fitur yang khusus digunakan untuk membantu presentasi seperti yang terdapat pada tabel tersebut. Ketiga aplikasi tersebut memiliki kesamaan dalam hal aplikasi tersebut dapat berjalan pada sistem operasi Microsoft Windows, penggunaan Wi-Fi sebagai sarana konektivitas, dan memiliki fitur *mouse*.

B. *Rancangan Sistem yang Diusulkan*

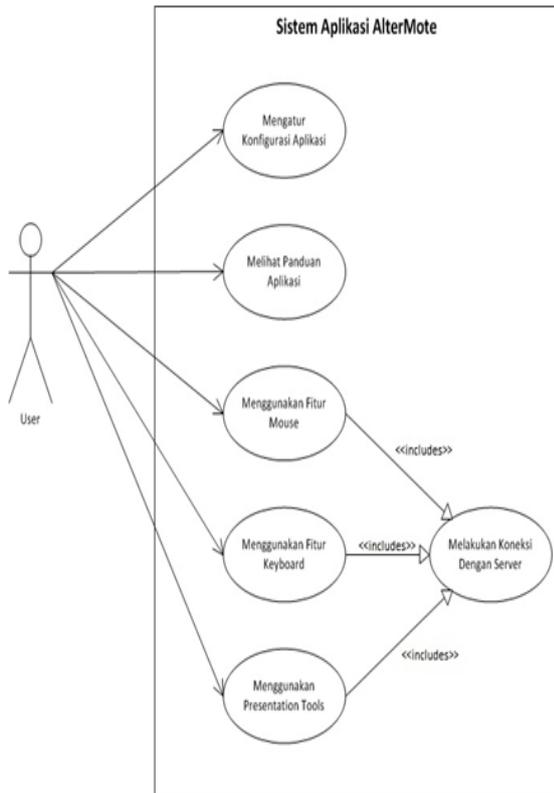
Tujuan dari perancangan perangkat lunak ini adalah agar aplikasi yang dibangun dapat terencana dengan rapi dan memiliki gambaran struktur yang jelas dan lengkap.

- 1) Perancangan *Class Diagram*; class diagram digunakan untuk mencari atribut, objek, dan operasi yang ada dalam aplikasi.



Gambar 2. Class Diagram

2) Perancangan Use Case



Gambar 3. Use Case

C. Aplikasi Client

Spesifikasi perangkat keras yang direkomendasikan untuk aplikasi *client* meliputi spesifikasi *mobile device* sebagai berikut :

1. *Processor* yang memiliki kemampuan sebanding dengan Qualcomm MSM7227 800 MHz ARM 11.
2. Jenis layar *touchscreen* dengan dimensi sebesar 320 x 480 *pixels*.
3. *Random Access Memory* (RAM) sebesar 278 MB.
4. Memori penyimpanan sebesar 158 MB.
5. Memiliki fitur Wi-Fi.
6. Memiliki fitur *multitouch*.

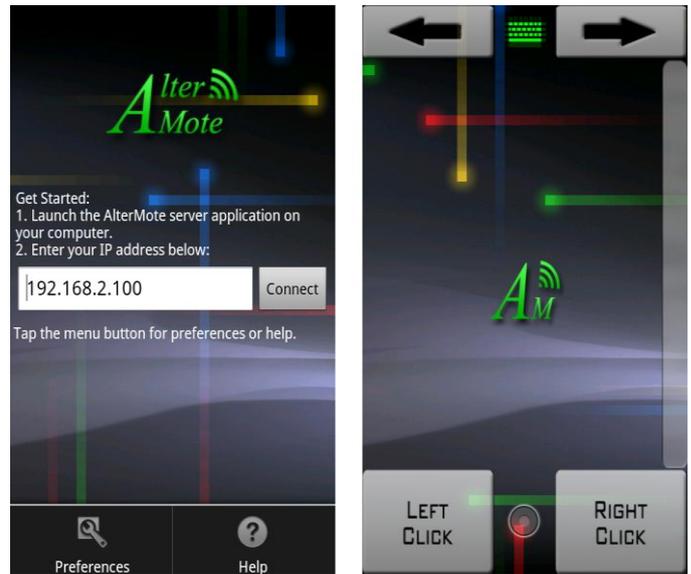
D. Aplikasi Server

Spesifikasi perangkat keras yang direkomendasikan untuk aplikasi *server* adalah sebagai berikut :

1. *Harddisk* dengan kapasitas 20 GB.
2. RAM dengan ukuran 512 MB.
3. *Video Graphics Card* 128 MB dengan dukungan DirectX 9.0
4. *Wi-Fi adapter* hanya bagi *user* yang ingin menggunakan aplikasi ini pada komputer *desktop*.
5. *Processor* Pentium IV 2.4 GHz.

E. Tampilan Altermote

Berikut tampilan aplikasi *altermote* dari sisi *client*, pada gambar dapat dilihat terlebih dahulu memasukan *IP Address* yang terdapat pada aplikasi *server* (*desktop*), kemudian dapat dilihat tampilan utama dari *Altermote* pada aplikasi *client*.



Gambar 4. Tampilan sisi *client* altermote

F. Evaluasi Altermote dengan Aplikasi Sejenis

Tabel 2. Hasil Evaluasi Altermote dengan Aplikasi Sejenis

App Name	PPT Remote	Touch Mouse	Gmote	Altermote
Fitur				

<i>Mouse</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Keyboard</i>	✗	✓	✓	✓
<i>Next/Previous Slide</i>	✓	✗	✓	✓
<i>Start/End Slide Show</i>	✗	✗	✓	✓
<i>Resume Slide Show</i>	✗	✗	✗	✓
<i>Black Screen</i>	✓	✗	✗	✓
<i>On-screen Pointer</i>	✗	✗	✗	✓
<i>Highlighter</i>	✓	✗	✗	✓
<i>Change Highlighter Color</i>	✗	✗	✗	✓

Berdasarkan tabel hasil evaluasi Altermote dengan aplikasi sejenis, kelebihan yang dimiliki oleh aplikasi Altermote adalah:

1. Fitur *resume slide show*: aplikasi AlterMote memiliki fitur untuk memulai *slide show* dari slide presentasi yang terakhir ditampilkan di layar.
2. Fitur *on-screen pointer*: aplikasi AlterMote memiliki fitur untuk memberikan fokus pada poin-poin tertentu pada layar komputer seperti fungsi alat *laser pointer*.
3. Fitur *change highlighter color*: aplikasi AlterMote memiliki fitur untuk mengganti warna *highlighter* yang memudahkan *user*.

#### IV. SIMPULAN DAN SARAN

##### A. Simpulan

Berdasarkan analisis terhadap hasil evaluasi, maka hal-hal yang dapat disimpulkan dari pengembangan aplikasi AlterMote ini adalah :

1. Aplikasi AlterMote memiliki kelebihan dibandingkan aplikasi lain yang sejenis dengan adanya fitur *on-screen pointer* dan *highlighter*.
2. Dengan adanya fitur *help* maka aplikasi AlterMote dapat digunakan oleh tiga jenis *user*, yaitu *first time (novice) user*, *knowledgeable-intermittent user*, dan *expert frequent user* karena memiliki panduan yang sangat jelas.
3. Dengan menggunakan aplikasi AlterMote dapat menggantikan fungsi alat *laser pointer* pada saat melakukan presentasi dan menambah fungsionalitas *smartphone* berbasis sistem operasi Android.
4. Dengan menggunakan aplikasi AlterMote, maka *user* yang memiliki *notebook* dengan sistem operasi Microsoft Windows, Mac OS, dan Linux serta memiliki

*smartphone* berbasis sistem operasi Android tidak perlu lagi membawa *mouse*.

##### B. Saran

Berdasarkan simpulan yang didapat dan keterbatasan yang ada dalam pengembangan aplikasi, maka beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan aplikasi selanjutnya adalah :

1. Pengembangan aplikasi dimana layar pada komputer dapat ditampilkan pada layar *smartphone*.
2. Pemindahan aplikasi *server* ke dalam *system tray*, yaitu sebuah *taskbar* yang memuat *miniature icon* dari aplikasi yang berjalan. *Icon* dalam *system tray* dapat disembunyikan sehingga mencegah kemungkinan aplikasi *server* ditutup secara tidak sengaja oleh *user*.
3. Mengakses direktori untuk menjalankan *file* multimedia seperti musik, video, dan sebagainya pada sistem operasi komputer sehingga kinerja *user* dapat lebih cepat dan efektif.
4. Penggunaan fitur *accelerometer* atau sensor gerakan pada *smartphone* yang dapat digunakan pada pengembangan aplikasi selanjutnya, misalnya untuk menggerakkan *mouse* atau *pointer*.
5. Aplikasi *client* dapat digunakan pula pada *smartphone* dengan sistem operasi selain Android, seperti Blackberry dan iPhone OS (iOS).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pressman, Roger S. *Software Engineering, A Practitioner's Approach*, New York, McGraw-Hill. 2005.
- [2] Karray, F., Alemzadeh, M., Saleh, J. A., & Arab, M. N. *Human-Computer Interaction : Overview on State of the Art*. International Journal On Smart Sensing And Intelligent Systems, 1 (1), 138. 2008
- [3] Shneiderman, Ben and Plaisant, C. *Designing the user interface : strategies for effective human-computer interaction*. 2th Edition. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA. 2010.
- [4] Whitten, J. L., & Bentley, L. D. *Systems Analysis and Design Methods*. 7th Edition. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc. 2007

# Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process dalam Menentukan Prestasi Karyawan (STUDI KASUS : PT SAK)

Merry Agustina<sup>1</sup>

Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Bina Darma  
Palembang, Indonesia

Email : athayacalmod@yahoo.com

Sally Puspa Andika<sup>2</sup>

Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Bina Darma  
Palembang, Indonesia

Email : Sally\_ams@yahoo.com

**Abstrak :** *Pengambilan keputusan merupakan aktifitas utama manajemen yang sangat menentukan keberadaan suatu organisasi. Kesalahan dalam pengambilan keputusan dapat berakibat fatal terhadap suatu organisasi. Karena aktifitas ini sangat penting maka para ahli manajemen mencari sistem, metode dan teknologi yang dapat membantu manajemen dalam melaksanakan tugas tersebut. Karyawan merupakan suatu faktor yang sangat penting dalam keberlangsungan Suatu organisasi di perusahaan. Karyawan yang berkualitas akan memudahkan organisasi dalam mencapai tujuannya. Untuk memacu karyawan agar bekerja lebih baik lagi dan berprestasi, maka organisasi dapat memberikan penghargaan kepada para karyawan yang di anggap berprestasi. Penelitian ini menghasilkan suatu sistem penunjang keputusan untuk menentukan karyawan yang berprestasi dengan menerapkan metode analytical hierarchy process. Pengujian metode tersebut diterapkan pada karyawan secara lansung berdasarkan semua kriteria yang menentukan prestasi karyawan. Hasil perhitungan menunjukan bahwa metode atau teknik ini bekerja lebih baik dari teknik yang digunakan sekarang.*

**Kata kunci :** *Prestasi, Karyawan, Sistem Penunjang Keputusan, analytical hierarchy process.*

## I. PENDAHULUAN

Pengambilan keputusan merupakan aktifitas utama manajemen yang sangat menentukan keberadaan suatu organisasi. Kesalahan dalam pengambilan keputusan dapat berakibat fatal terhadap suatu organisasi. Karena aktifitas ini sangat penting maka para ahli manajemen mencari sistem, metode, dan teknologi yang dapat membantu manajemen diantaranya Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang berbasis komputer ( *Computer Based Decision Support Sistem*). Sistem ini adalah suatu sistem yang berbasis komputer yang dirancang untuk meningkatkan efektifitas pengambilan keputusan dalam memecahkan masalah yang bersifat semi terstruktur atau tidak terstruktur. Sistem penunjang keputusan merupakan sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi, pemodelan, dan pemanipulasian data. Sistem itu digunakan untuk pengambilan keputusan dalam situasi yang semi terstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, dimana tan seorang pun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya di buat (Kusrini: 2007).

Karyawan merupakan suatu faktor yang sangat penting dalam keberlangsungan suatu organisasi di

perusahaan. Karyawan yang berkualitas akan memudahkan organisasi dalam mencapai tujuannya. Untuk memacu karyawan agar bekerja lebih baik lagi dan berprestasi, maka organisasi dapat memberikan penghargaan kepada para karyawan yang di anggap berprestasi. Menurut Hasibuan (1995:105), prestasi kerja adalah suatu hasil kerja yang dicapai seseorang dalam melaksanakan tugas-tugas yang dibebankan kepadanya yang didasarkan atas kecakapan, pengalaman dan kesungguhan serta waktu.

Menurut Moh. As'ud (1995:47), prestasi kerja sebagai kesuksesan seseorang dalam melaksanakan suatu pekerjaan.

Penentuan prestasi karyawan dapat dilakukan dengan menggunakan model yang dapat menentukan prestasi karyawan sesuai dengan kriteria yang akan diterapkan oleh organisasi atau pengambil keputusan. Salah satu model yang dapat digunakan adalah model *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Metode *Analytical Heirarchy Proses* adalah sebuah hirarki fungsional dengan input utamanya persepsi manusia. Dengan hirarki, suatu masalah kompleks dan tidak terstruktur dipecahkan kedalam kelompok-kelompoknya. Kemudian kelompok-kelompok tersebut diatur menjadi suatu bentuk hirarki (Kusrini 2007 : 133).

Jika model AHP diterapkan dalam penentuan karyawan berprestasi secara konvensional, maka hal ini sulit untuk dilakukan karena banyaknya perhitungan dalam model ini. Oleh karena itu, dalam penelitian ini diharapkan mampu membangun sebuah aplikasi berbasis komputer untuk menerapkan model tersebut.

Dengan adanya aplikasi ini diharapkan para pengambil keputusan akan dengan mudah dalam menentukan uruta prestasi karyawan dalam organisasi mereka. Yang harus ditentukan oleh pengambil keputusan adalah kriteria – kriteria penilaian beserta bobobtnya. Dengan dipadukan data karyawan yang ada di PT. SAK, aplikasi dapat mengolah semua data prestasi karyawan dan menghasilkan urutan prestasi karyawan organisasi tersebut.

## II. METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS

Metode *Analytic Hierarchy Process* adalah sebuah hirarki fungsional dengan input utamanya persepsi manusia. Dengan hirarki, suatu masalah kompleks dan tidak terstruktur

dipecahkan kedalam kelompok-kelompoknya. Kemudian kelompok-kelompok tersebut diatur menjadi suatu bentuk hirarki (Kusrini, 2007 : 133).

Suatu tujuan yang bersifat umum dapat dijabarkan dalam beberapa subtujuan yang lebih terperinci, yang menjelaskan apa yang dimaksud dalam tujuan di atasnya. Penjabaran ini dapat dilakukan terus hingga diperoleh tujuan yang bersifat operasional. Dan pada hirarki terendah inilah dapat menentukan kriteria yang merupakan ukuran dari pencapaian tujuan tersebut, dan dapat ditetapkan dalam satuan apa kriteria tersebut diukur.

Dalam penjabaran hirarki tujuan, tidak ada pedoman yang pasti seberapa jauh pengambil keputusan menjabarkan tujuan menjadi tujuan yang lebih rendah. Beberapa hal yang perlu diperhatikan didalam melakukan proses penjabaran hirarki tujuan, yaitu :

1. Pada saat penjabaran tujuan kedalam subtujuan, harus diperhatikan apakah setiap aspek dari tujuan yang lebih tinggi tercakup dalam subtujuan tersebut.
2. Meskipun hal tersebut terpenuhi, perlu menghindari terjadinya pembagian yang terlampau banyak, baik dalam arah horizontal maupun vertikal.
3. Suatu tujuan sebelum ditetapkan untuk dijabarkan atas hirarki tujuan yang lebih rendah harus ditentukan suatu tindakan atau hasil terbaik yang dapat diperoleh bila tujuan tersebut tidak dimasukkan.

Penjabaran tujuan dalam hirarki yang lebih rendah pada dasarnya ditujukan agar memperoleh kriteria yang dapat diukur. Dalam beberapa hal tertentu lebih menguntungkan bila menggunakan tujuan pada hirarki yang lebih tinggi dalam proses analisa.

Semakin rendah menjabarkan suatu tujuan, semakin rendah pula salah satu cara untuk menyatakan ukuran pencapaian tujuan adalah dalam menentukan ukuran obyektif dari kriteria-kriterianya. Tetapi adakalanya tidak perlu terlalu terperinci penjabarannya. Bila demikian keadaannya menggunakan skala subyektif.

Model AHP yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty (2000) dapat memecahkan masalah yang kompleks dimana aspek atau kriteria yang diambil cukup banyak. Kriteria adalah ukuran yang digunakan untuk menyatakan pencapaian tujuan. Selanjutnya metode AHP ini juga telah banyak diimplementasi di berbagai aspek (Arifin, 2010; Supriyono, Wardhana & Sudaryo, 2007)

Secara umum, langkah langkah dasar dari AHP dapat diringkas dalam penjelasan berikut ini :

- 1) Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan, lalu menyusun hirarki dari permasalahan yang dihadapi. Penyusunan hirarki adalah dengan menetapkan tujuan yang merupakan sasaran sistem secara keseluruhan pada level teratas.
- 2) Menentukan prioritas elemen.
  - a. Langkah pertama dalam menentukan prioritas elemen adalah membuat perbandingan pasangan,

yaitu membandingkan elemen secara berpasangan sesuai criteria yang diberikan.

- b. Matriks perbandingan berpasangan diisi menggunakan bilangan untuk merepresentasikan kepentingan relative dari suatu elemen terhadap elemen lainnya.

3) Sintesis

Pertimbangan- pertimbangan terhadap perbandingan berpasangan disintesis untuk memperoleh keseluruhan prioritas. Hal- hal yang di lakukan dalam langkah ini adalah :

- a. Menjumlahkan nilai – nilai setiap kolom dalam matriks.
- b. Membagi setiap nilai dari kolom dengan total kolom yang bersangkutan untuk memperoleh normalisasi matriks.
- c. Menjumlahkan nilai – nilai dari setiap baris dan membaginya dengan jumlah elemen untuk mendapatkan nilai – nilai rata-rata.

4) Mengukur konsistensi

Dalam pembuatan keputusan, penting untuk mengetahui seberapa baik konsistensi yang ada karena kita tidak menginginkan keputusan berdasarkan pertimbangan dengan konsistensi yang rendah. Hal – hal yang di lakukan dalam langkah ini adalah :

- a. Kalikan setiap nilai pada kolom pertama dengan prioritas relative elemen pertama, nilai pada kolom kedua dengan prioritas relative elemen kedua, dan seterusnya.
- b. Jumlahkan setiap baris.
- c. Hasil dari penjumlahan baris dibagi elemen prioritas relatif yang bersangkutan.
- d. Jumlahkan hasil bagi di atas dengan banyaknya elemen yang ada, hasilnya disebut maks.

5) Hitung Consistency Index (CI) dengan rumus :

$$CI = (\text{maks} - n) / n$$

Di mana n = banyaknya elemen

6) Hitung Rasio Konsistensi/Consistency Ratio (CR) dengan rumus :

$$CR = CI / RC$$

Di mana CR = Consistency Ratio

CI = Consistency Index

IR = Indeks Random Consistency

7) Memeriksa konsistensi hierarki. Jika nilainya lebih dari 10%, maka penilaian data judgment harus diperbaiki. Namun jika rasio konsistensi (CI/IR) kurang atau sama dengan 0,1 maka hasil perhitungan bias di nyatakan benar.

Daftar Indeks Random Konsistensi (IR) bias dilihat dalam Tabel 1 berikut ini

Tabel 1. Matrik IR

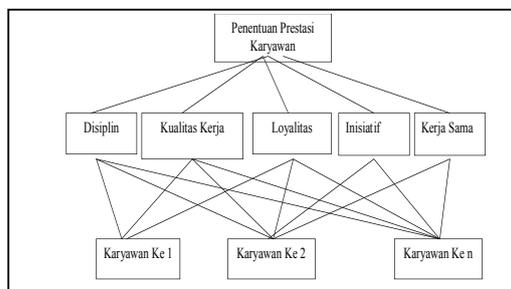
Ukuran matriks	Nilai IR
1,2,	0,00
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49
11	1.51
12	1.48
13	1.96
14	1.57
15	1.59

### III. ANALISIS SISTEM

Pada tahap analisis ini proses sistem baru dimulai yaitu mempelajari dan mempersiapkan kebutuhan untuk sistem baru dengan menggunakan metode AHP. Langkah-langkahnya dapat dilihat seperti berikut ini:

#### A. Membuat Struktur Hirarki

Dalam tahapan ini struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, di lanjutkan dengan subtujuan-subtujuan, kriteria dan kemungkinan alternatif- alternatif pada tingkat kriteria yang paling bawah. Di bawah ini merupakan gambar struktur hirarki pada penentuan karyawan berprestasi :



Gambar 1. Struktur Hirarki

Setelah melakukan struktur hirarki selesai maka langkah selanjutnya adalah melakukan perbandingan antara elemen-elemen dengan memperhatikan pengaruh elemen pada level di atasnya. Pembagian pertama dilakukan untuk elemen-elemen pada lever kriteria dengan memperhatikan level di atasnya, yaitu dengan tujuan utama. Pembadingan dilakukan dengan skala satu sampai sembilan dan memenuhi aksioman-aksioman AHP. Matrik perbandingan dari level dua dengan memperhatikan keterkaitannya dengan level satu.

#### B. Membuat Matrik Perbandingan Berpasangan

Pada Tahapan ini dilakukan penilaian perbandingan berpasangan antara satu kriteria dengan kriteria yang lain dalam penentuan prestasi karyawan, yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan "judgment" dari pengambilan keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya.

#### C. Perhitungan Bobot Elemen

Tabel 2. Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingannya	Definisi	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen menyumbang sama besar pada sifat itu
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting ketimbang yang lainnya	Pengalaman dan pertimbangan sedikit menyokong satu elemen atas yang lainnya
5	Elemen yang satu esensial atau sangat penting ketimbang elemen yang lainnya	Pengalaman dan pertimbangan dengan kuat menyokong satu elemen atas elemen yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih penting dari elemen yang lainnya	Satu elemen dengan kuat disokong, dan dominannya telah terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak lebih penting ketimbang elemen yang lainnya	Bukti yang menyokong elemen yang satu atas yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai diantara dua pertimbangan yang berdekatan	Kompromi diperlukan antara dua pertimbangan
Kebalikan	Jika untuk aktivitas <i>i</i> mendapat satu angka bila dibandingkan dengan suatu aktivitas <i>j</i> , maka <i>j</i> mempunyai nilai kebalikannya bila dibandingkan dengan aktivitas <i>i</i> .	

Intensitas Kepentingan :

- 1 = Kedua elemen sama pentingnya, Dua elemen mempunyai Mendefinisikan perbandingan berpasangan intensitas elemen. antar perbandingan Hasil.
- 3 = pengaruh yang sama besar Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya, Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya.
- 5 = Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya, Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya
- 7 = Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya, Satu elemen yang kuat disokong dan dominan.

9 = Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya,  
 Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki menguatkan. tingkat penegasan tertinggi mungkin yang mungkin menguat  
 2,4,6,8 = Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan, Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara 2 pilihan.  
 Kebalikan = Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i.  
 Perhitungan Rasio Konsisten

Untuk menghitung bobot yang di peroleh dari perbandingan secara berpasangan tersebut haru mempunyai hubungan cardinal dan ordinal, sebagai berikut.

Hubungan Kardinal:  $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$

Hubungan Ordinal :  $A_i > A_j, A_j > A_k$ , maka  $A_i > A_k$

Hubungan di atas dapat dilihat dari dua hal sebagai berikut.

- Dengan melihat preferensi multiplikatif, misalnya bila anggur lebih enak 4 kali dari pada mangga, dan mangga lebih enak dari pada pisang, maka anggur lebih enak 8 kali dari pada pisang.
- Dengan melihat preferensi transitif, misalnya anggur lebih enak dari pada mangga, dan mangga lebih enak dari pada pisang, maka anggur lebih enak dari pada pisang.

Dalam keadaan sebenarnya, konsistensi tersebut tidak mungkin didapat. Pada matrik konsisten, secara praktiknya  $\lambda_{maks} = n$ , sedangkan matrik tidak setiap variasi dari  $a_{ij}$  akan membawa perubahan pada nilai  $\lambda_{maks}$ . deviasi  $\lambda_{maks}$  dari n merupakan suatu parameter *Consistency Index* (CI) Sebagai berikut:

$$CI = (\lambda_{maks} - n) / (n-1)$$

Keterangan:

CI = *Consistency Index*

$\lambda_{maks}$  = Nilai eigen terbesar

n = Jumlah elemen yang di bandingkan

Nilai CI tidak akan berarti apabila terdapat standar untuk menyatakan apabila CI menunjukkan matrik yang konsisten. Saaty memberikan patokan dengan melakukan perbandingan secara acak yang di hasilkan dari perbandingan yang di lakukan secara acak merupakan suatu matik yang yang mutlak tidak konsisten. Dari matrik acak tersebut didapat juga nilai *onsistency Index*, yang disebut dengan *Random Index* (RI).

Dengan membandingkan CI dengan RI maka didapatkan patokan untuk menentukan tingkat konsistensi suatu matrik, yang disebut dengan *Consistency Ratio* (CR), dengan rumus :

$$CR = CI / RI$$

Keterangan :

CR = *Consistency Ratio*

CI = *Consistency Index*

RI = *Random Index*

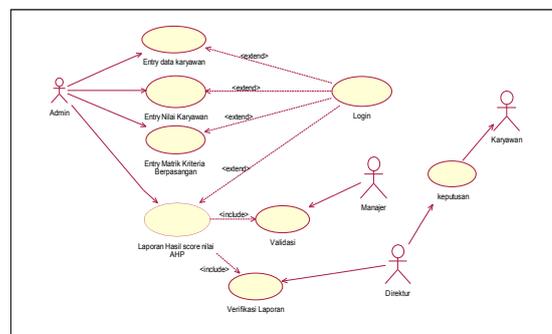
Dari penjelasan di atas skala perbandingan 1 sampai 9, untuk beberapa orde matrik adalah sebagai berikut:

Suatu matrik perbandingan merupakan konsistensi bila nilai CR tidak lebih dari 10 persen. Apabila rasio konsistensi semakin mendekati ke angka nol berarti semakin baik nilainya dan menunjukkan kekonsistensinan matrik perbandingan tersebut.

#### IV. PERANCANGAN SISTEM

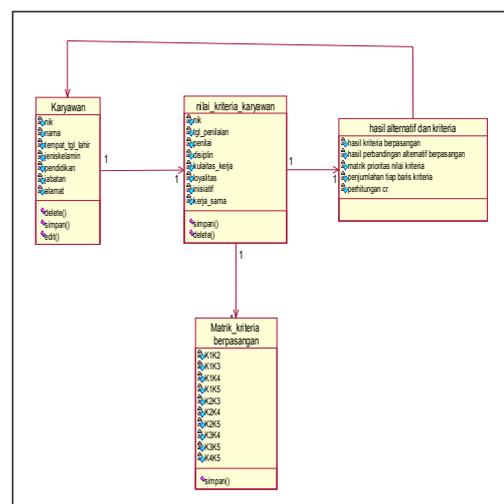
##### A. Use Case Diagram

*Use Case* menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem. Sebuah *Use Case* mempresentasikan sebuah interaksi antara aktor dengan sistem. Berikut ini gambar *Use Case Diagram* pada sistem ini.



Gambar 2. Use Case Diagram

##### B. Class Diagram



Gambar 3. Class Diagram

V. IMPLEMENTASI DAN HASIL PENELITIAN

Berdasarkan tahapan metode AHP, berikut ini disajikan penyelesaian penentuan prestasi karyawan PT SAK berdasarkan kriteria yang ada yaitu disiplin, kualitas kerja, loyalitas, inisiatif dan kerja sama. Terhadap 5 orang karyawan, sebagai berikut :

Kriteria	Disiplin	Kualitas Kerja	Loyalitas	Inisiatif	Kerja Sama	Jumlah
Disiplin	0,34	0,78	0,36	0,22	0,21	1,91
Kualitas Kerja	0,11	0,26	0,72	0,33	0,14	1,56
Loyalitas	0,17	0,06	0,18	0,33	0,21	0,95
Inisiatif	0,17	0,08	0,05	0,11	0,14	0,55
Kerja Sama	0,11	0,13	0,05	0,05	0,7	0,41

A. Matrik Kriteria Berpasangan

Tabel 3. Matrik Kriteria Berpasangan

Kriteria	Disiplin	Kualitas Kerja	Loyalitas	Inisiatif	Kerja Sama
Disiplin	1	3	2	2	3
Kualitas Kerja	0,33	1	4	3	2
Loyalitas	0,5	0,25	1	3	3
Inisiatif	0,5	0,33	0,33	1	2
Kerja Sama	0,33	0,5	0,33	0,5	1
Jumlah	2,66	5,08	7,66	9,5	11

B. Matrik Prioritas Nilai Kriteria

Nilai hasil prioritas didapatkan dari hasil penjumlahan dari tiap – tiap kriteria dibagi dengan banyak nya kriteria. Yang mana hasil tersebut didapatkan dari hasil matrik kriteria berpasangan yaitu kriteria 1 dibagi dengan jumlah kolom kriteria 1. Berikut ini tabel nilai prioritas untuk setiap kriteria.

Tabel 4. Matrik Prioritas Nilai Kriteria

Kriteria	Disiplin	Kualitas Kerja	Loyalitas	Inisiatif	Kerja Sama	Prioritas (W)
Disiplin	0,37	0,59	0,26	0,21	0,27	0,34
Kualitas Kerja	0,12	0,19	0,52	0,31	0,18	0,26
Loyalitas	0,18	0,04	0,13	0,31	0,27	0,18
Inisiatif	0,18	0,06	0,04	0,10	0,18	0,11
Kerja Sama	0,12	0,09	0,04	0,05	0,09	0,07

C. Penjumlahan Tiap Baris Kriteria

Nilai hasil penjumlahan tiap baris kriteria didapatkan dari penjumlahan dari tiap-tiap kriteria yang mana hasil tersebut didapatkan dari nilai prioritas dikali dengan jumlah kriteria kolom satu dari table matrik berpasangan. Berikut ini tabel nilai penjumlahan tiap baris kriteria sebagai berikut :

Tabel 5. Penjumlahan Kriteria

D. Perhitungan CR

Perhitungan CR dilakukan dengan cara penambahan antara jumlah perbaris di tambah prioritas maka akan di dapatkan hasil. Setelah itu maka akan di dapatkan jumlah yang didapatkan dari jumlah (jumlahan dari nilai hasil), n (banyak kriteria),  $\lambda_{maks}$  ( jumlah/n), Consistenci Index (  $\lambda_{maks} - n/n$ ), CI/RI ( CI/n) setelah didapatkan hasilnya jika < 0,1 maka dikatakan konsistensi. Berikut ini tabel perhitungan tiap baris kriteria.

Tabel 6 Perhitungan CR

Kriteria	Jumlah Perbaris	Prioritas (W)	Hasil
Disiplin	1,91	0,34	
Kualitas Kerja	1,56	0,26	
Loyalitas	0,95	0,18	
Inisiatif	0,55	0,11	
Kerja Sama	0,41	0,07	

Jumlah (Jumlahan dari nilai hasil)	6,34
n (jumlah kriteria)	5
A maks (Jumlah/n)	1,26
CI (A maks – n/n)	-0,7
CI/RI (-0,7/1,12)	-0,6 konsistensi - 0,6 < 0,1

E. Score AHP

Tabel 7 Hasil Score AHP

Nik	Nama Karyawan	Disiplin	Kualitas Kerja	Loyalitas	Inisiatif	Kerja Sama	Score
91-0312	MAY FRITANTI	12	9	7	10	22	3,98
95-0323	TARMIZI,SE	9	8	7	12	20	3,33
98-0314	YUNIAR PUSHTA, SE	12	12	8	15	25	4,38
96-0333	ASMARUDDIN	12	9	4	12	17	3,77
96-0315	AGUS SYAHYUDI	12	10	5	11	16	3,95

F. HASIL

Hasil dari penelitian ini adalah telah dirancang suatu sistem pendukung keputusan untuk menghitung dan menentukan nilai prestasi karyawan dengan menerapkan metode analytical hierarchy process sebagai alat bantu pengolahan data prestasi karyawan PT SAK.

No Induk_Karyawan (NIK)	Nama_Karyawan	Tempat_Tanggal_Lahir	Jenis_Kelamin	Pendidikan	Jabatan	Alamat
91-0312	MAY FRIYANTI	PALEMBANG 15-AGUSTUS - 1980	Perempuan	SMU	STAF PERSONALIA	JALAN BANABANG UTOYO

Gambar 4. Form Input Data Karyawan

Gambar 5. Form Penilaian Karyawan

	Disiplin	Kualitas Kerja	Loyaltas	Inisiatif	Kerja Sama
Disiplin	1	--	--	--	--
Kualitas Kerja		1	--	--	--
Loyaltas			1	--	--
Inisiatif				1	--
Kerja Sama					1

Gambar 6. Form Input Matrik Kriteria

	Disiplin	Kualitas Kerja	Loyaltas	Inisiatif	Kerjasama
Disiplin	1	3	2	2	3
Kualitas Kerja	0.33	1	4	3	2
Loyaltas	0.5	0.25	1	3	3
Inisiatif	0.5	0.33	0.33	1	2
Kerjasama	0.33	0.5	0.33	0.5	1
Jumlah	2.66	5.08	7.66	9.5	11

Gambar 7. Matrik Kriteria Berpasangan

	Disiplin	Kualitas Kerja	Loyaltas	Inisiatif	Kerjasama	Jumlah	Prioritas
Disiplin	0.37	0.59	0.26	0.21	0.27	1.7	0.34
Kualitas Kerja	0.12	0.19	0.52	0.31	0.18	1.32	0.26
Loyaltas	0.18	0.04	0.13	0.31	0.27	0.93	0.18
Inisiatif	0.18	0.06	0.04	0.10	0.18	0.56	0.11
Kerjasama	0.12	0.09	0.04	0.05	0.09	0.39	0.07

Gambar 8. Hasil Matrik Prioritas Nilai Kriteria

	Disiplin	Kualitas Kerja	Loyaltas	Inisiatif	Kerjasama	Jumlah
Disiplin	0.34	0.78	0.36	0.22	0.21	1.91
Kualitas Kerja	0.11	0.26	0.72	0.33	0.14	1.56
Loyaltas	0.17	0.06	0.18	0.33	0.21	0.95
Inisiatif	0.17	0.08	0.05	0.11	0.14	0.55
Kerjasama	0.11	0.13	0.05	0.05	0.07	0.41

Gambar 9. Hasil Penjumlahan Tiap Baris Kriteria

	Jumlah Per Baris	Prioritas	Hasil
Disiplin	1.91	0.34	2.25
Kualitas Kerja	1.56	0.26	1.82
Loyaltas	0.95	0.18	1.13
Inisiatif	0.55	0.11	0.66
Kerjasama	0.41	0.07	0.48

Jumlah (jumlah dari nilai hasil) : 6.34  
 n (jumlah kriteria) : 5  
 n maks (jumlahin) : 1.26  
 CI (1/ maks - min) : -0.7  
 CRI (CI/RI) : -0.7/1.12

Gambar 10 Hasil Perhitungan CR

NIK	NAMA KARYAWAN	DISPLIN	KUALITAS KERJA	LOYALTAS	INISIAF	KERJA SAMA	SCORE
91-0312	MAY FRIYANTI	12	9	7	10	22	3.98
95-0323	TARMIZI, SE	9	8	7	12	20	3.33
90-0314	Yunir Puspa, SE	12	12	8	15	25	4.38
96-0333	ASMARUDDIN	12	9	4	12	17	3.77
96-0315	AGUS SYAHYUDI	12	10	5	11	16	3.95
96-0310	AKMAL DARMAWAN	12	10	8	14	26	4.16

Gambar 11. Hasil Akhir Score AHP

NIK	NAMA KARYAWAN	PENILAI	SCORE
98-0314	Yunir Puspa, SE	Manajer Divisi Keuangan	4.38
96-0310	AKMAL DARMAWAN	Manajer Divisi Teknik & Operasi	4.16
91-0312	MAY FRIYANTI	Manajer Divisi Umum	3.98
96-0315	AGUS SYAHYUDI	Manajer Divisi Teknik & Operasi	3.95
96-0333	ASMARUDDIN	Manajer Divisi Umum	3.77
95-0323	TARMIZI, SE	Manajer Divisi Keuangan	3.33

Gambar 12. Hasil Rating Score

## VI. PENUTUP

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem pendukung keputusan untuk mengolah nilai prestasi karyawan pada PT Sri Aneka Karyatama Palembang dengan menerapkan metode Analytical Hierarchy Process.

Dari penelitian ini juga diketahui bahwa semakin banyak sample yang digunakan, maka semakin meningkat validitas hasil pengolahan datanya serta system ini dapat mengakomodasi data sebenarnya secara nyata.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, Zainal. "Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Untuk Menentukan Sisa Hasil Usaha Pada Koperasi Pegawai", Samarinda: Jurnal Informatika Mulawarman : Vol 5 No 2 Juli 2010
- [2] Kusriani. "Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan". Yogyakarta : Andi Offset. 2007
- [3] Supriyono, Wardhana Wisnu Arya, Sudaryo. "Sistem Pemilihan Penjabat Struktural Dengan Menggunakan Metode AHP", Yogyakarta: Jurnal SemNas III SDM Teknologi Nuklir : 2007
- [4] Saaty, Thomas L, Vol. VI of the AHP Series, , 478 pp., RWS Publ., 2000 (revised). ISBN 0-9620317-6-3.
- [5] <http://jurnal-sdm.blogspot.com/2009/07/prestasi-kerja-penegeritian-penilaian.html>,

# Model Pengenalan Wajah dengan *Principal Component Analysis*

Djunaidy Santoso  
Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta, Indonesia  
djunsan2002@yahoo.com

Leonard Goeirmento  
Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Mercu Buana  
Jakarta, Indonesia  
leonard@mercubuana.ac.id

**Abstract - Face recognition is applied in for computer security system. It is a computer application with unique algorithm. Recognition algorithm always need to be improved in order to get better and more effective result. Application processes image of human face and searches information from database. Image is extracted to be vectors in high dimensional vector space. Principal Component Analysis is used to find best vectors which suitable for recognition process. By using this analysis, recognition algorithm can perform more effective.**

**Keywords: face recognition; algorithm; principal component analysis**

## I. PENDAHULUAN

Pengenalan wajah merupakan proses yang banyak digunakan dalam aplikasi komputer terutama untuk meningkatkan keamanan komputer. Telah banyak dilakukan penelitian untuk mendapatkan algoritma pengenalan wajah yang tepat dan cepat.

Aplikasi sistem keamanan komputer membutuhkan identifikasi pengguna yang berwenang. Identifikasi ini salah satunya adalah wajah pengguna. Proses identifikasi ini diawali dengan proses rekam wajah dan mengolahnya menjadi citra dua dimensi. Citra dua dimensi ini diekstraksi menjadi citra vektor. Citra vektor mempunyai kelebihan dalam pengolahan secara matematis karena memiliki besaran dan arah.

*Principal Component Analysis* (PCA) adalah proses yang digunakan untuk menemukan rangkaian vektor terbaik untuk membantu proses pengenalan terhadap citra yang dimaksud [5]. Proses ini akan melakukan pemilihan dari seluruh vektor citra sehingga pada langkah selanjutnya pengenalan bisa berlangsung lebih cepat dan efektif. Rangkaian vektor pilihan ini dilatih untuk mengenal citra yang dimaksud.

Pada program Matlab, seluruh citra diolah menjadi bentuk matriks. Setiap matriks mempunyai informasi berdasarkan hasil rekaman. Jika citra yang dihasilkan sangat besar ukurannya, diperlukan partisi awal terlebih dulu agar matriks pada program Matlab dapat dibentuk. Hal ini dilakukan karena Matlab mempunyai keterbatasan dalam membentuk matriks yang dapat diolah. Matriks yang berisi informasi dari citra akan diolah menggunakan fungsi untuk diperoleh nilai eigen dan ruang eigen.

Pada proses pengenalan menggunakan metode PCA, latihan yang dilakukan pada aplikasi harus dilakukan berulang kali. Latihan ini bertujuan agar proses pengenalan menjadi lebih cepat dan efektif pada saat digunakan. Kecepatan dan ketepatan hasil pengenalan merupakan tujuan proses pengenalan wajah.

## II. STUDI PUSTAKA

Pengenalan wajah merupakan satu dari sejumlah proses perbandingan dari satu citra dengan citra yang ada pada basis data. Jika citra yang dibandingkan mempunyai banyak kesamaan, umumnya proses dapat berlangsung dengan cepat. Adanya gangguan pada citra yang dibandingkan akibat kurangnya cahaya misalnya akan mempengaruhi kualitas citra dan selanjutnya menghambat proses perbandingan.

Wajah manusia mempunyai beberapa faktor yang dapat mengganggu kualitas citra, di antaranya adalah [2]:

- Usia
- Rambut
- Ekspresi wajah
- Cahaya
- Aksesoris yang digunakan

Faktor pengaruh tersebut memberikan pengaruh yang besar pada proses perbandingan. Citra dua dimensi yang dibandingkan juga merupakan hasil rekam dari peralatan kamera. Resolusi kamera perlu diatur agar sama atau mirip dengan citra yang telah ada pada basis data.

Algoritma untuk pengenalan wajah terus dikembangkan melalui banyak penelitian [1]. Pengenalan ini menggunakan skema analisa ruang yang bersifat linier maupun non linier. Metode yang dapat digunakan cukup bervariasi baik untuk linier maupun non linier. Skema analisa ruang yang linier umumnya lebih mudah diaplikasikan.

Data citra diekstrak dalam bentuk citra vektor yang mempunyai dasar pada bidang ruang dengan dimensi yang resolusinya baik. Hasil dari ekstraksi data adalah nilai dari setiap vektor yang dapat disimpan dalam bentuk matriks, sebagai contoh data matriks  $d \times D$  mempunyai rangkaian data  $V = (v_1, v_2, \dots, v_N)$ . Setiap nilai  $v_i$  merupakan vektor dari citra wajah pada dimensi  $n$ . Nilai  $n$  diperoleh dari  $m \times n$  merupakan

dimensi dari citra wajah yang digunakan. Nilai  $d$  merupakan jumlah piksel dari citra wajah dan  $D$  merupakan nilai dari jumlah variasi citra yang digunakan pada pelatihan. Pelatihan ini akan mendapatkan rata-rata nilai  $f$  yang merupakan rata-rata dari sejumlah rangkaian data vektor citra wajah yang dilatih.

Pada ruang bidang linier, salah satu metode klasifikasi yang dapat digunakan adalah PCA [6]. PCA merupakan algoritma matematika yang melakukan proses pengurangan dari sejumlah data variasi melalui pemilihan dengan ruang berdimensi sesuai ketentuan. Komponen yang penting tetap dipertahankan karena hal tersebut yang digunakan dalam proses pengenalan atau identifikasi citra. Penggunaan data yang telah dipilih tersebut akan membantu pengenalan citra secara keseluruhan karena pengenalan yang dilakukan menjadi lebih sederhana dan efektif.

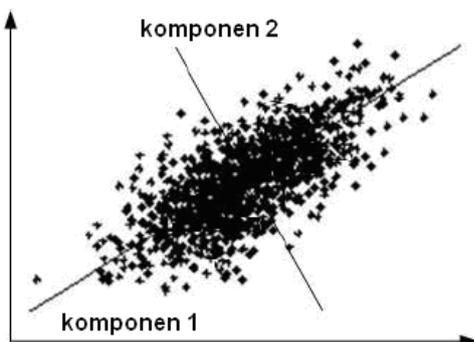
### III. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif. Proses latihan aplikasi untuk mengenal citra dilakukan berulang kali dengan kualitas yang semakin baik. Ketepatan dan waktu yang dibutuhkan merupakan acuan ukuran untuk menentukan kualitas aplikasi yang dibuat.

Penelitian ini menggunakan fungsi yang telah didefinisikan untuk PCA. Citra rekaman diolah menjadi bentuk matriks. Dalam penelitian ini, citra rekaman telah disimpan dalam ukuran yang kecil (tidak lebih dari 300 piksel) agar tidak diperlukan proses partisi. Pada fungsi Matlab telah ditambahkan proses partisi jika citra yang diolah mempunyai dimensi lebih dari 300 piksel. Pengujian aplikasi dilakukan terhadap lima buah citra rekaman dengan tingkat cahaya yang cukup baik.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penggunaan awal dua komponen dari dimensi citra pengenalan wajah, diperoleh distribusi seperti dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Distribusi komponen citra

Pelatihan dilakukan pada 25 variasi citra wajah terhadap masing-masing 2 citra wajah yang telah disimpan dalam basis data. Pada pelatihan digunakan variasi gangguan citra pengenalan wajah dengan dibuat tiga ekspresi yang berbeda yaitu cemberut, senyum dan netral. Pada wajah acuan yang tersimpan di basis data ekspresi wajah adalah netral.

Pada proses awal, dicoba beberapa nilai eigen yang dapat mempengaruhi kualitas citra pengenalan. Pengaruhnya diperoleh berupa berbagai macam bias yang terjadi pada citra sehingga sulit untuk dikenal. Bias yang baik menjadi pilihan untuk pengenalan selanjutnya. Fungsi pada program Matlab berhasil melakukan bias pada citra pengenalan sesuai nilai eigen yang diberikan.

Pada tahap menggunakan fungsi berdasarkan PCA, dilakukan proyeksi komponen citra. Komponen ini diproyeksikan pada ruang dimensi yang ditentukan sebelumnya. Hasil proyeksi untuk dua dimensi dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Proyeksi komponen citra pada ruang dimensi

Fungsi PCA pada MATLAB berhasil melakukan seleksi data-data yang dibutuhkan untuk perbandingan terhadap citra yang disimpan dalam basis data. Data-data yang telah dipilih ini kemudian dibandingkan. Proses perbandingannya dilakukan berulang sampai minimal 10 kali untuk pengenalan. Perulangan ini dilakukan pada nilai 10, 20, 30 dan 40 kali. Proses perulangan ini dilakukan untuk setiap variasi citra yang diuji.

Ekspresi wajah menyebabkan jumlah titik-titik pengenalan tidak tetap. Pada ekspresi netral, jumlah titik pengenalan cukup banyak. Pada ekspresi cemberut maupun senyum, jumlah titik pengenalan menurun karena daerah yang sama dengan citra acuan semakin sedikit. Hal ini berpengaruh secara tidak langsung pada ketepatan proses pengenalan wajah.

Hasil yang diperoleh disajikan pada tabel 1, di mana untuk satuan waktu digunakan detik.

TABEL 1. HASIL PERCOBAAN

Citra	Hasil		
	variasi terbaik	lathan	waktu
1	8	30	3
	10	30	5
	13	20	3
	15	30	4
	20	30	2
	23	30	4
2	4	30	3
	7	30	3
	12	30	4
	17	30	3
	19	30	3
	21	30	3

Hasil percobaan dari variasi terbaik dengan waktu pengenalan maksimal 5 detik. Sebagian besar variasi terbaik merupakan hasil dari perulangan latihan sebanyak 30 kali. Hanya ada satu variasi yang merupakan hasil dari latihan 20 kali. Umumnya waktu yang diperlukan untuk proses perbandingan adalah 3 detik. Ada dua variasi pada citra pertama dan satu variasi pada citra kedua yang melalui proses

selama 4 detik. Pada citra pertama terdapat variasi yang hanya membutuhkan waktu 2 detik untuk pengenalan. Untuk proses paling lama dari percobaan ini adalah 5 detik yang terdapat pada pengenalan di citra pertama.

Variasi terbaik ini merupakan hasil dari citra dengan ekspresi netral. Dua ekspresi lainnya membutuhkan waktu lebih dari 5 detik untuk proses pengenalannya walaupun telah digunakan nilai data terbaik yang diseleksi menggunakan fungsi PCA pada Matlab. Dari hasil percobaan waktu paling lama dari macam ekspresi lainnya adalah 30 detik untuk pengenalan citra pertama dan selama 27 detik untuk pengenalan pada citra kedua.

Waktu pengenalan dengan menggunakan perbandingan nilai citra ini telah lebih cepat dibandingkan tanpa fungsi PCA. Dari setiap citra pilihan, dilakukan percobaan untuk perbandingan tanpa fungsi PCA dan perbandingannya dilakukan terhadap data satu per satu. Waktu yang dibutuhkan adalah 360 detik untuk perbandingan citra pertama dan 330 detik untuk perbandingan citra kedua.

## V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang melakukan percobaan untuk pengenalan wajah ini, diperoleh kesimpulan:

1. Pembatasan ukuran citra pada tahap awal membantu percepatan proses karena tidak perlu melakukan partisi matriks pada Matlab karena ada proses tambahan jika citra yang diolah mempunyai dimensi lebih dari 300 piksel.

2. Fungsi PCA pada Matlab membantu melakukan pemilihan dari rangkaian data citra.
3. Pilihan data citra yang dilatih berulang-ulang untuk proses perbandingan membutuhkan waktu yang bermacam-macam saat dilakukan perbandingan.
4. Ekspresi wajah mempunyai pengaruh besar terhadap waktu proses untuk pengenalan wajah.
5. Pengenalan wajah menggunakan fungsi PCA berhasil mencapai waktu lebih cepat dibandingkan tanpa fungsi PCA.

## REFERENCES

- [1] G.J. Edwards, T.F. Cootes, and C.J. Taylor, "Face recognition using active appearance models," in Proc. European Conference on Computer Vision, 1998, vol. 2, pp. 581-695.
- [2] V.P. Magnini, E.D. Honeycutt, "Face Recognition and Name Recall: Training Implications for the Hospitality Industry," in Cornell Hospitality Quarterly 46. 1, 2005, pp. 69-78.
- [3] S. Hart, "Modeling Face Recognition," Bioscience 46. 11, 1996, pp. 806.
- [4] E.L. Verbeek, M.L. Spetch, K. Cheng, and C.W.G. Clifford, "Determinants of Range Effects in Face Recognition," Learning & Behavior (pre-2011) 34. 3, 2006, pp. 229-240.
- [5] M. Ringnér, "What is Principal Component Analysis?," Nature Biotechnology 26. 3, 2008, pp. 303-304.
- [6] R.L. Mason, J.C. Young, "Multivariate Tools: Principal Component Analysis," Quality Progress 38. 2, 2005, pp. 83-85.
- [7] A.R. Gonçalves, D.S. Ruzene, "Bleachability and Characterization by Fourier Transform Infrared Principal Component Analysis of Acetosolv Pulps Obtained from Sugarcane Bagasse," Biotechnology 91. 9, 2001, pp. 63-70.

# Analisis Monitoring 4 Tanda Vital Pasien Rawat Inap Berbasis Fuzzy Kontrol

**A Haris Rangkuti**

School Of Computer Science  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta, Indonesia  
e-mail : rangku2000@binus.ac.id

**Andri V, Rudi Wijaya, Ardiansyah W**

School Of Computer Science  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta, Indonesia

**Abstrak**—Untuk membantu kinerja petugas Rumah Sakit dalam melayani pasien secara efektif dan efisien, maka peranan teknologi informasi menjadi pendukung yang dominan. Kondisi pasien yang perlu dipantau secara berkala, untuk menampung informasi tentang keluhan penyakit yang dirasakan pasien, agar dapat dilaporkan secepat mungkin kepada dokter. Untuk itu maka diperlukan sistem informasi monitoring Rumah Sakit berbasis IT, yang mampu membantu menyajikan informasi secara cepat mengenai informasi kondisi pasien yang ditandai dengan 4 tanda vital yaitu suhu, tekanan darah, denyut nadi, dan pernapasan. Untuk menginformasikan 4 tanda vital, maka digunakan konsep fuzzy, dimana jika tanda vital mendekati angka 1 maka pasien rawat sudah mendekati kesembuhan, namun sebaliknya jika mendekati angka 0 maka kondisi pasien masih bermasalah. Sistem ini juga membantu perawat dalam rangka memberikan jawaban kepada keluarga pasien jika ingin mengetahui perkembangan kondisi pasien, termasuk prosentase kesembuhan berdasarkan rata-rata dari Fuzzy max dari 4 tanda vital. Dengan sistem monitoring berbasis Fuzzy, maka monitoring kondisi pasien menjadi lebih sederhana dan mudah.

**Kata kunci** : Pasien, rawat inap, fuzzy, fuzzy max, dan tanda vital

## I. PENDAHULUAN

Rumah Sakit sebagai salah satu tempat yang melayani masyarakat, memiliki pekerjaan dan kegiatan yang menuntut profesionalitas dan kemudahan dalam pelayanan kepada pasien. Pelayanan yang dilakukan di Rumah Sakit terdiri dari: pertolongan pertama pada kecelakaan, perawatan, operasi, penyembuhan, maupun layanan konsultasi kesehatan. Karena setiap pasien yang datang memiliki kasus yang berbeda, maka penanganan dan prosedur yang dilaksanakan dalam setiap pelayanan dan tindakan pengobatan juga berbeda sesuai kondisi pasien. Kondisi pasien dapat dinilai dari beberapa faktor yaitu: umur, jenis kelamin, penyakit, tanda vital (suhu, tekanan darah, denyut nadi, dan pernapasan), riwayat kesehatan dan faktor-faktor lainnya.

Untuk membantu kinerja petugas Rumah Sakit dalam melayani pasien dengan efektif dan efisien, maka teknologi informasi juga digunakan di Rumah Sakit. Contoh penggunaan teknologi informasi di Rumah Sakit adalah pada sistem pendaftaran, rekam medis pasien, informasi mengenai jadwal dokter dan fasilitas Rumah Sakit yang dapat diakses lewat

*internet*. Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian teknologi informasi dianggap umum karena setiap unit usaha dengan bantuan teknologi informasi dapat mengelola data mengenai aktivitas usahanya secara efektif dan efisien, yang nantinya dapat menghasilkan informasi yang menjadi dasar pengambilan keputusan guna peningkatan pelayanan pada Rumah Sakit yang pada akhirnya akan memuda

Padahal, kondisi dari pasien perlu untuk dipantau secara berkala dan hasil dari pemantauan dan keluhan penyakit yang dirasakan pasien perlu untuk dilaporkan secepat mungkin kepada dokter. Sistem *monitoring* yang dilakukan pada Rumah Sakit secara umum, kurang mampu membantu menyajikan informasi secara cepat mengenai informasi kondisi pasien yang perlu disampaikan kepada dokter supaya dapat cepat ditangani. Solusi yang diusulkan untuk mengatasi masalah yang ada pada Rumah Sakit adalah teknologi informasi *monitoring* pasien dengan menggunakan media *intranet* dan *internet*. Dengan teknologi informasi tersebut, maka informasi mengenai kondisi pasien dapat disampaikan kepada dokter dan keluarga pasien dengan cepat, tepat dan aman. Walaupun khusus untuk keluarga pasien harus melalui perawat.

Tujuan riset ini ialah untuk mempermudah perawat dalam melakukan monitoring kondisi pasien rawat inap berdasarkan 4 tanda vital (suhu, tekanan darah, denyut nadi, dan pernapasan). Mempermudah dalam pengolahan informasi kondisi pasien, termasuk mempermudah untuk mengetahui prosentasi kondisi pasien. Mempercepat penyampaian data monitoring pasien kepada dokter, yang sedang tidak ada di tempat. Selain itu, dapat menghasilkan sistem monitoring pasien yang lebih baik dan dapat diandalkan.

Dengan melakukan analisis monitoring 4 Tanda Vital terhadap pasien rawat inap adalah :

1. Pembuatan member function yang lebih hati – hati, teliti, detail dan harus disesuaikan berdasarkan dari kategori pasien yaitu bayi, anak – anak, dewasa dan orang tua.
2. Batas ambang prosentase 4 tanda vital untuk menentukan kondisi pasien yang belum atau sudah sehat, sehingga boleh pulang ke rumah.

3. Pada 4 tanda vital (pernapasan, tekanan darah, suhu dan denyut nadi) akhirnya masih menunggu keputusan dari dokter untuk mengetahui kondisi pasien secara menyeluruh.
4. Pemahaman secara subyektif perawat sebagai pengguna sistem yang harus mengerti secara hati – hati dengan 4 tanda vital.
5. Terjadinya perbedaan perhitungan prosentase kesehatan tergantung pada jenis penyakit yang diderita pasien.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Fuzzy Set

Definisi Fuzzy Set Menurut (Stuart Russell dan Peter Norvig, 2003, p526) Fuzzy set adalah suatu kondisi yang menyatakan seberapa baik suatu objek puas atas jawaban yang tidak jelas/masih samar-samar. Himpunan pada fuzzy berbeda dengan himpunan yang biasa/klasik. Himpunan klasik memiliki batas yang jelas mengenai keanggotaan dari tiap elemen pada masing-masing himpunannya.

Contohnya: himpunan tingkat kesehatan pasien pada suatu rumah sakit, makanan yang habis dan masih utuh merupakan bagian dari himpunan tingkat kesehatan pasien, dimana makanan yang habis dianalogikan sebagai kondisi 1 dan makanan yang masih utuh dianalogikan sebagai 0. Bagaimana jika pasien hanya memakan sebagian dari makanannya dan tidak dihabiskan sehingga masih bersisa? Hal ini membuat kondisi tersebut perlu dibuatkan suatu wilayah baru yang dapat menampung kondisi tersebut sehingga hasil yang didapat bias diolah. Dari analogi tersebut dapat memberi gambaran mengenai fuzzy set. Fuzzy set merupakan dasar yang penting bagi Fuzzy Logic, karena Fuzzy set bukanlah metode yang menyatakan semua bernilai pasti melainkan metode yang mampu mengolah kondisi yang terjadi untuk dapat digunakan untuk analisis. Pernyataan yang samar-samar itulah yang membuatnya disebut fuzzy.

Secara umum, kesimpulan tentang himpunan dan fungsi keanggotaan fuzzy dinyatakan sebagai berikut:

- a. Fuzzy set menekankan kosep variabel samar-samar(vague or fuzzy variable) seperti variabel kondisi pasien, temperatur, dll
- b. Fuzzy set mengijinkan keanggotaan parsial dari suatu himpunan seperti makanan yang tidak habis dinyatakan sebagai kondisi yang mendekati habis namun dengan tingkat dibawah 1.
- c. Tingkat keanggotaan fuzzy dalam fuzzy set berada di antara 0 sampai 1.
- d. Tiap fungsi keanggotaan  $\mu$  berasosiasi dengan sebuah fuzzy set tertentu dan memetakan sautu nilai input ke nilai derajat keanggotaan yang sesuai.

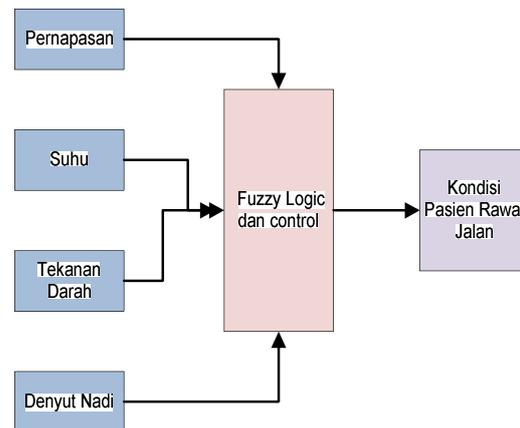
Contohnya: dalam kasus fuzzy set suhu panas mempunyai fungsi keanggotaan sendiri, yaitu  $\mu_{panas}$ , yang berbeda dengan fungsi keanggotaan dari fuzzy set suhu dingin, yaitu  $\mu_{dingin}$ .

### B. Fuzzy Logic

Menurut (Stuart Russell dan Peter Norvig, 2003, p527) Fuzzy logic sendiri berarti metode untuk penalaran dengan ekspresi logis menggambarkan keanggotaan dalam fuzzy set.

### C. Fuzzy Control

Fuzzy Control adalah metodologi untuk membangun sistem kontrol di mana pemetaan antara bernilai real input dan output parameter diwakili oleh aturan fuzzy. Fuzzy control dianggap berhasil karena mempunyai basis aturan kecil, dan parameter yang dapat disesuaikan untuk peningkatan kinerja sistem. (Stuart Russell dan Peter Norvig, 2003, p527) . Secara umum gambaran penggunaan 4 tanda vital terhadap fuzzy logic dan control dapat dilihat pada gambar 1.0



Gambar 1.0. Deteksi pasien berdasarkan 4 tanda vital dengan fuzzy logic dan control

## III. METODE PENELITIAN

Secara umum permasalahan yang dihadapi dalam melakukan monitoring pasien rawat inap adalah

1. Kesulitan dalam mengisi formulir kondisi pasien karena tidak ada pemahaman yang jelas terhadap variabel utama melihat kondisi pasien.
2. Terdapat kemungkinan kesalahan perhitungan dalam melakukan monitoring pasien.
3. Laporan tidak langsung dikirim ke dokter sehingga terjadi delay time karena menunggu dokter visit.
4. Hilangnya atau rusaknya sejumlah dokumen penting karena hanya tersimpan dalam bentuk cetak.

Dengan menganalisis permasalahan yang dihadapi solusi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah

Dengan merancang konsep fuzzy logic yang terintegrasi dalam Sistem untuk mempermudah monitoring pasien oleh dokter maupun perawat. Konsep fuzzy logic ini melihat dari 4 faktor umum yang biasa dilakukan oleh perawat maupun dokter saat pasien masuk pertama kali, yaitu : suhu, tekanan darah, denyut nadi, pernafasan.

Dengan adanya 4 faktor yang menggunakan konsep fuzzy logic ini adengan cara mengitung rata-rata dari 4 faktor tersebut. Setelah itu mendapatkan nilai antara 0-1 yang terdiri dari :

- ✚ Mendekati angka 0 = keadaan pasien yang masih sakit dan
- ✚ mendekati angka 1 = keadaan pasien yang sudah membaik atau keadaan sehat.

Dengan menggunakan konsep ini dapat membantu perawat dan dokter menilai keadaan pasien tersebut. Untuk penelitian ini gambaran pasien yang akan dilakukan penelitian berdasarkan umur adalah sebagai berikut :

Variabel umur dibagi menjadi 4 kategori :

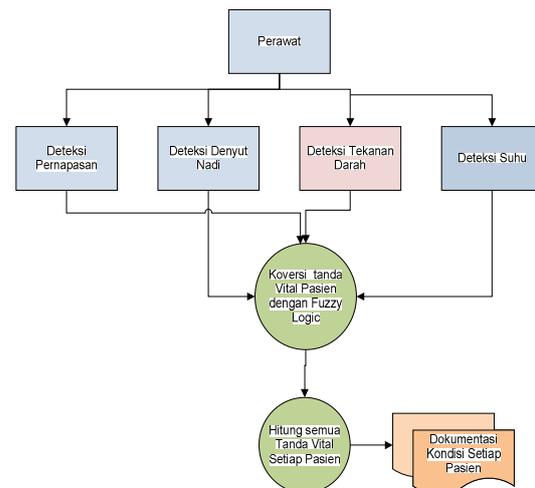
Bayi umur	< 5 tahun
Anak-anak	$5 \leq \text{umur} < 15$ tahun
Dewasa	$15 \leq \text{umur} < 55$ tahun
Orang tua umur	$\geq 55$ tahun

Dalam melakukan pengukuran terhadap tanda-tanda vital maka akan memiliki 4 variabel, tiap variabel direpresentasikan dengan menggunakan persentase. Setiap persentase mewakili artinya masing-masing.

Berikut ini adalah keterangan dari persentase dalam mengukur kondisi pasien yang digunakan :

$\leq 20\%$	=	Sangat Kritis
$< 20 \leq 40\%$	=	Kritis
$< 40 \leq 60\%$	=	Sakit
$< 60 \leq 80\%$	=	Sehat
$< 81 \leq 100\%$	=	Sangat Sehat

Secara umum tahapan proses untuk mengembangkan sistem monitoring Pasien rawat jalan berbasis fuzzy logic adalah sebagai berikut :



Gambar 2.0 Tahapan Monitoring Pasien berbasis fuzzy control

Dengan gambar 2.0 maka terlihat tahapan proses menghitung kondisi pasien, dimulai dengan mengumpulkan hasil deteksi pasien berdasarkan 4 tanda vital., selanjutnya hasil deteksi akan dikonversi kedalam bilangan hitungan fuzzy logic. Secara lebih lengkap tahapan dalam menganalisis kondisi pasien berdasarkan 4 tanda vital adalah sebagai berikut :

#### IV. TAHAPAN MONITORING PASIEN BERBASIS FUZZY KONTROL

Untuk melakukan penelitan terhadap seleksi citra dalam pencarian citra berbasis ciri didatabase, maka ada 5 tahap yang akan dilakukan yaitu:

1. Persiapan (pengumpulan data pasien 4 tanda vital) oleh perawat
2. Konversi hasil pengumpulan 4 tanda vital kedalam bilangan fuzzy logic
3. Menghitung kondisi pasien secara keseluruhan
4. Dokumentasi hasil perhitungan 4 tanda vital perpasien
5. pembuatan prototipe sistem monitoring Pasien

Persentase di atas mewakili semua variabel, yaitu variabel suhu, Tekanan darah, denyut nadi dan pernapasan.

Dalam pengumpulan data pasien terhadap 4 tanda vital (pernapasan, tekanan darah, suhu dan denyut nadi) dilakukan secara hati – hati dan bertahap. Termasuk juga dalam melakukan pengambilan data harus dilakukan lebih dari 1 kali. Ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua data yang diambil pada setiap pasien terhadap 4 tanda vital sudah benar dan akurat.

Setelah semua data 4 tanda vital untuk pasien sudah dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah melakukan konversi terhadap semua data yang sudah dikumpulkan oleh perawat kedalam bentuk fuzzy logic. Sehingga dengan konversi tersebut dapat diketahui kondisi pasien sesegera mungkin sebagai contoh

Suhu pasien adalah 36,8 C

$$\begin{aligned} \mu_{100\%}[36,8] &= (36,8-36)/(37-36) \\ &= 0,8/1 = 0,8 \end{aligned}$$

Berdasarkan *input* suhu yang dimasukkan yaitu 36,8° maka persentase terendah yang terletak di sebelah kiri 36,8° adalah 80%, sedangkan persentase tertinggi yang terletak di kanan 36,8° adalah 100%.

Maka kondisi = persentase terendah + [derajat keanggotaan( $\mu[x]$ )\*(persentase tertinggi-terendah)]

$$\begin{aligned} &= 80\% + (\mu_{100\%}[36,8]*20\%) \\ &= 0,8 + (0,8*0,2) = 0,96 / 96\% \text{ (sangat sehat)} \end{aligned}$$

Maka untuk suhunya sangat sehat.

Namun untuk denyut nadi adalah 68.5, maka

$$\mu_{60\%}[68,5] = (68,5-67,5)/(72,5-67,5) = 1/5 = 0,2$$

Kondisi = 40% + ( $\mu_{60\%}[68,5]*20\%$ )

$$= 0,4 + (0,2 * 0,2) = 0,44 / 44\% \text{ (sakit)}$$

Setelah dilakukan konversi nilai terhadap 4 tanda vital pada setiap pasien menjadi prosentase bilangan fuzzy, maka secara keseluruhan perawat atau dokter dapat mengetahui dari kondisi dari 4 tanda vital tersebut. Termasuk juga mengetahui tanda vital mana saja yang masih mempunyai masalah. Karena jika salah satu tanda vital ini mempunyai masalah, maka perawat / dokter belum dapat memberikan izin pulang kepada pasien. Kecuali atas paksaan permintaan pasien sendiri. Sebagai contoh : Jika

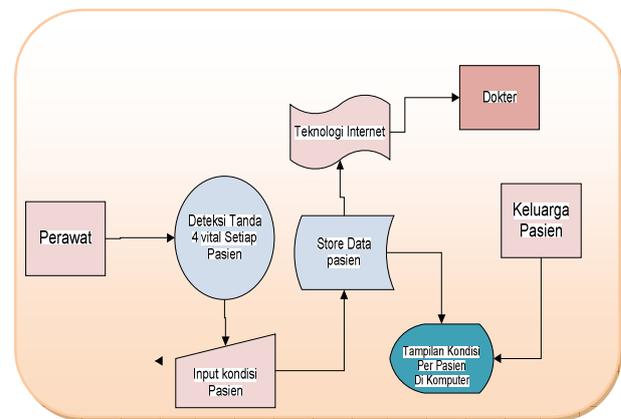
penggunaan sistem FUZZY pada pasien yang umurnya 21 tahun, suhu 36°C, tekanan darah 120/60mmHG, denyut nadi 77/menit, pernapasan 18/menit. Kesimpulan : Maka kondisi suhu = 4, kondisi tekanan darah = 5, kondisi denyut nadi = 4, kondisi pernapasan = 5.

Dari data (kondisi suhu, kondisi tekanan darah, kondisi denyut nadi, kondisi pernapasan) akan digunakan nilai minimum untuk menyatakan kondisi pasien. Nilai minimum yang didapat = 4, maka kondisi pasien = sehat

#### TAHAPAN PEMBUATAN APLIKASI PROTOTIPE SISTEM MONITORING PASIEN

Setelah memastikan bahwa dalam setiap tahapan dalam memonitoring pasien rawat inap berbasis fuzzy kontrol, sudah sesuai dengan kondisi pasien sebenarnya dan sekaligus

mengikuti aturan fuzzy, maka tahap selanjutnya adalah pembuatan aplikasi prototipe sistem monitoring pasien. Diharapkan dengan aplikasi monitoring tersebut akan memudahkan tugas perawat dalam memberikan pelayanan kepada pasien dan mempercepat pemberian informasi kepada dokter. Karena secara umum aplikasi monitoring pasien ini dikembangkan berbasis Internet. Sehingga setiap saat dokter dapat memonitoring kondisi pasien dimana dan kapan saja. Sedangkan untuk keluarga pasien, harus datang ke rumah sakit dan mendapatkan informasi langsung dari perawat atau dokter jaga mengenai kondisi pasien, Termasuk juga menginformasikan kenapa pasien kenapa masih harus berada di rumah sakit berdasarkan informasi dari kondisi 4 tanda vital pasien berbasis fuzzy kontrol. Secara umum tahapan monitoring pasien hingga ke dokter dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. Tahapan proses monitoring pasien oleh dokter dan keluarga pasien

#### V. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang kebutuhan sistem *monitoring* pasien berbasis *fuzzy* Control pada rumah sakit, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan pembuatan sistem *monitoring* pasien berbasis *fuzzy* control ini, maka sistem *monitoring* pasien menjadi terkomputerisasi, sehingga mempermudah pengguna untuk mengaksesnya.
2. Sistem *monitoring* pasien berbasis *fuzzy* Control ini membantu Rumah Sakit khususnya dokter dan perawat untuk memantau dan *memonitoring* keadaan pasien. Khusus untuk dokter dapat mengetahui kondisi pasien dimana saja dan kapan saja melalui internet (web based).
3. Dengan adanya sistem *monitoring* pasien ini, penyajian data-data kondisi pasien ditampilkan secara lebih lengkap sehingga memudahkan *user* untuk mendapatkan informasi kondisi pasien secara akurat.
4. Sistem *monitoring* pasien berbasis *fuzzy* Control ini membantu mengurangi terjadinya *human error* pada sistem

kerja manual yang sebelumnya diterapkan rumah sakit. Sistem *monitoring* pasien ini memudahkan pencatatan keadaan pasien melalui 4 tanda vital (suhu, denyut nadi, pernafasan, tekanan darah).

5. Staff dan admin pada Rumah Sakit terbantu dengan adanya sistem *monitoring* pasien ini dalam hal memperbaharui data dan informasi.

6. Dengan adanya *database* pada sistem *monitoring* pasien, data menjadi lebih tersusun rapi.

Diperlukan staf IT yang bertanggung jawab dalam *maintenance/* pemeliharaan Sistem dan Jaringan. Selain itu, perlunya peningkatan desain *interface* agar lebih menarik bagi pengguna aplikasi. Pihak rumah sakit terus meng-*update* informasi kondisi pasien, dan jadwal dokter yang ditampilkan dalam sistem *monitoring* pasien ini. Disarankan untuk *backup-up* data secara berkala untuk menghindari resiko yang tidak diinginkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Adil R (2009), Perancangan sistem Monitoring Online pada penderita Jantung Coroner berbasis Identifikasi Sinyal Elevasi, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jurnal Tekomnika.

Alan Dix, J. F. (2005). *HUMAN-COMPUTER INTERACTION 3<sup>rd</sup> Edition*. Upper Saddle River, New Jersey 07458: Pearson Education, Inc.

Jefrey L. Whitten, L. D. (2004). *System Analysis & Design Methods 6 Edition*. Avenue of the Americas, New York, NY 10020: Mc-Graw Hill Companies, Inc.

Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Inteligence*. Jogjakarta: Graha Ilmu.

Luke Welling, L. T. (2001). *PHP and MySQL Web Development*. 201 West 103rd St., Indianapolis, Indiana, 46290 USA: Sams Publishing, Inc.

Mustofa Z, (2011), Analisis dan Perancangan prototype sistem informasi pemantauan perkembangan kesehatan pasien panti rehabilitasi napza berbasis web dan mobile access, Thesis, UGM

Pressman, R. S. (2005). *SOFTWARE ENGINEERING A Practitioner's Approach 6<sup>th</sup> Edition*. Avenue of the Americas, New York, NY 10020: McGraw-Hill Companies, Inc.

Sheiderman, B. (1998). *Designing the User Interface Strategies for Effective 3<sup>rd</sup> Edition*. Addison Wesley Longman, Inc.

Stuart Russell, P. N. (2003). *Artificial Intelligence A Modern Approach 2<sup>nd</sup> Edition*. Upper Saddle River, New Jersey 07458: Pearson Education, Inc.

Tanebaum, A. S. (2003). *Computer Networks 4<sup>th</sup> Edition*. Upper Saddle River, New Jersey 07458: Prentice Hall PTR.

Thomas Connolly, C. B. (2005). *DATABASE SYSTEMS*. England: Pearson Education, Inc.

Vaughan, T. (2004). *Multimedia: Making It Work 6<sup>th</sup> Edition*. 1333 Burr Ridge Parkway, Burr Ridge, IL 60527: McGraw-Hill Companies, Inc.

Hofstetter, F. T. (2001). *Multimedia Literacy 3<sup>th</sup> Edition*. 1221 Avenue of The Americas, New York, NY, 10020: McGraw-Hill Companies, Inc.

# Analisis Temu Kembali Citra Berdasarkan Kemiripan Ciri dengan Algoritma Fagin dan Threshold menggunakan Fungsi Fuzzy

**A Haris Rangkuti**

School Of Computer Science  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta, Indonesia  
e-mail : rangku2000@binus.ac.id

**Sablin Yusuf**

School Of Computer Science  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta, Indonesia  
Email : sablin@binus.edu

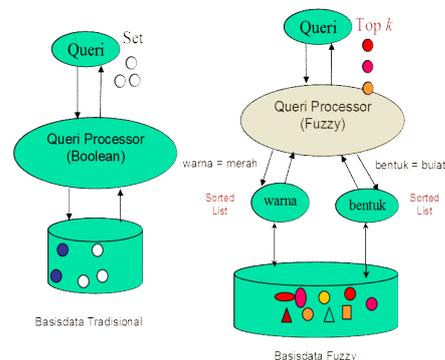
**Abstract**— Penelitian ini melakukan proses temu kembali data citra yang sudah tersimpan di dalam database. Untuk melakukan proses kueri dapat dilakukan berdasarkan kondisi dari citra atau ciri citra yang diwakili dengan warna, tekstur dan bentuk dari citra tersebut. Dalam melakukan temu kembali atau pencarian citra berdasarkan ciri, dapat dilakukan dengan membuat ekstraksi ciri (segmentasi citra). Salah satunya caranya adalah dengan menggunakan Metode Adaptive Histogram Dan Invariant Moment. Sedangkan untuk menampilkan kemiripan citra query dan didatabase maka digunakan fungsi euclid dan Algoritma Fagin dan Threshold. Dengan algoritma tersebut maka setiap citra akan diberikan nilai kemiripan, yang disesuaikan dengan proses kuerinya. Untuk memudahkan visualisasi kemiripan ciri citra, maka nilai kemiripan yang akan ditampilkan mulai dari kemiripan tertinggi atau hampir menyerupai dengan citra query, hingga kemiripan yang terendah berdasarkan fungsi fuzzy. Termasuk juga membandingkan antara ciri warna dan bentuk dengan fungsi fuzzy (min). Sehingga akan menghasilkan citra yang mirip berdasarkan ciri warna dan bentuk.

## I. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan penelitian tentang pemrosesan citra ini pada umumnya lebih difokuskan pada untuk merepresentasikan dari ciri citra yaitu warna, tekstur dan bentuk. Dilanjutkan dengan mengadopsi konsep logika fuzzy dalam melakukan sistem temukembali citra, ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja sistem temukembali dalam mendapatkan keakuratan pada saat melakukan temukembali citra berdasarkan kemiripan. Beberapa penelitian tersebut antara lain tentang representasi kemiripan berdasarkan kehomogenan warna (Cheng *et al*, 1998), mendapatkan segmentasi dan representasi citra dengan histogram fuzzy, Chen dan Wang (2002), Zhang dan Zhang (2004), ukuran dan bentuk fuzzy wajah manusia (Wu *et al*, 1993) dan ketebalan batas pinggir citra (Banerjee dan Kundu, 2003). Bahkan menurut Smeulders (2000), tantangan terbesar dalam penelitian citra adalah pemanfaatan hasil-hasil penelitian dalam bidang ini tidak hanya terbatas untuk keperluan *computer vision* dan basisdata, tetapi harus juga bisa digunakan untuk aplikasi dibidang lain seperti permodelan biologi, peramalan cuaca, citra medis, citra satelit dan lain-lain dalam bentuk *interactive image undestanding*.

Dalam referensi penelitian diatas termasuk manfaatkan yang akan diharapkan, maka penelitian kami akan merancang sistem temukembali citra dengan mengimplementasikan suatu metode fuzzy query dengan menggunakan algoritma Fagin dan turunannya yaitu algoritma Treshold. Dalam melakukan penelitian ciri citra, yang berdasarkan kemiripan mencakup dua hal yaitu keakuratan dan efisiensi waktu pada saat melakukan temukembali citra. Terdapat beberapa metode yang digunakan, diantaranya proses query dengan menggunakan citra berbasis ciri (*image feature*). Beberapa penelitian yang menggunakan logika fuzzy dalam melakukan temu kembali citra, umumnya digunakan untuk merepresentasikan ciri citra, ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja sistem temukembali.

Dalam melakukan penelitian ini akan dilalui tiga tahapan yaitu ekstraksi ciri citra, pembuatan basis kaidah fuzzy dalam mencari kemiripan dan pengukuran kinerja kemiripan dengan Algoritma Fagin dan Threshold. Tahap ekstraksi ciri merupakan proses segmentasi citra berdasarkan warna, tekstur dan bentuk atau pengindeksan citra. Dalam penelitian ini juga difokuskan kepada warna dan bentuk dari ciri citra, dengan objek penelitian adalah Buah dan Bunga. Metode yang digunakan untuk segmentasi warna adalah histogram dengan bin warna yang sudah didefinisikan (warna referensi) dan metode untuk segmentasi bentuk adalah Invariant Moment. Gambaran perbandingan antara query tradisional dan query terhadap citra dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1 Perbedaan Basis Data Traditional dan Basis data Citra

Pada gambar 1.0 merupakan kumpulan citra berdasarkan ekstraksi ciri warna dan bentuk, selanjutnya digunakan untuk pembuatan file indeks citra. Dalam tahap pembuatan basis kaidah fuzzy query adalah tahapan untuk mengimplementasikan basis kaidah fuzzy dalam sistem temukembali. Tahapan ini meliputi strategi pembuatan basis kaidah fuzzy, seleksi tipe kaidah terbaik dan penentuan parameter fuzzyfikasi yang optimum. Validasi dan verifikasi yaitu penilaian kinerja sistem dilakukan dengan mengukur presisi dan *recall* keluaran sistem. Dalam menggunakan fuzzy query, maka untuk nilai kemiripan yang mendekati dengan ciri citra, akan ditampilkan secara berurutan. Citra yang akan ditampilkan mulai dari kemiripan yang tertinggi atau yang menyerupai dengan citra query, hingga kemiripan yang terendah. Untuk proses menampilkan citra yang sesuai dengan kemiripan tersebut, maka algoritma yang digunakan adalah algoritma fagin dan threshold. Dimana dengan algoritma tersebut, maka fokus pencarian atau temu kembali data citra yang menyerupai, atau hampir sama dengan data citra yang tersimpan pada database. Untuk menampilkan citra berdasarkan kemiripan dari ciri citra melalui penggunaan algoritma Fagin dan turunannya yaitu algoritma Treshold. Fokus penelitian ini mencakup dua hal yaitu keakuratan dan efisiensi waktu sistem temukembali citra.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemiripan dalam temu kembali berdasarkan ciri citra dengan menggunakan algoritma Fagin dan Threshold. Mengembangkan prototipe sistem temu-kembali data citra berdasarkan ciri yang dibangun dengan menggunakan algoritma Fagin dan Threshold. Dapat sebagai bahan referensi dalam melakukan temu kembali data citra berdasarkan kemiripan, sekaligus dapat dikembangkan pada kasus – kasus lainnya. Seperti pemahaman kemiripan suatu ciri citra sel darah, sehingga mempercepat dalam mengetahui penyakit tertentu. Termasuk juga penelitian terhadap pemahaman kehidupan suatu citra sel tanaman baik terhadap penyakit atau penemuan varitas baru.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada dasar terdapat beberapa penelitian yang telah mengembangkan metode pengukuran kemiripan citra berbasis isi citra. Namun metode tersebut belum bisa mengatasi masalah kesenjangan semantik, yaitu masalah perbedaan interpretasi kemiripan citra yang dihasilkan oleh metode tersebut dengan kemiripan citra berdasarkan interpretasi manusia. Kesenjangan simantik terjadi karena terdapat perbedaan yang signifikan terhadap interpretasi. Penelitian ini mengusulkan sebuah metode baru pengukuran kemiripan citra yang dapat mengatasi masalah kesenjangan semantik citra salah satu adalah dengan menggunakan konsep kemiripan berdasarkan dari ciri citra tersebut.

Gambaran umum tentang konsep sistem temukembali citra merupakan bidang yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu yaitu antara lain temukembali informasi (*information retrieval*), pemrosesan citra (*digital image processing*) dan basisdata. Penelitian dalam bidang sistem temukembali citra

ini dipicu oleh semakin pesatnya perkembangan internet dan website, semakin mudahnya teknologi peralatan akuisisi citra (*imaging*), aplikasi perpustakaan digital (*digital libraries*), pengarsipan citra (*image archive*) dan *video-on-demand*. Menurut Smeulders (2000), tantangan terbesar adalah pemanfaatan hasil-hasil penelitian dalam bidang ini tidak hanya terbatas untuk keperluan *computer vision* dan basisdata, tetapi harus juga bisa digunakan untuk aplikasi dibidang lain seperti permodelan biologi, peramalan cuaca, citra medis, citra satelit dan lain-lain dalam bentuk *interactive image understanding*. Masalah utama dalam pengembangan sistem temukembali citra adalah bagaimana mengintegrasikan antara konsep representasi visual *low-level* yang tidak ada korelasinya dengan konsep semantik *high-level* untuk mendapatkan informasi dari basisdata citra (Jiang et al 2006). Menurut Smeulder et al (2000), terdapat tiga jenis pendekatan spesifikasi query citra lyaitu :

1. Proses Query dengan bentuk spasial, menghasilkan bentuk spasial yang berhubungan dengan nilai citra secara literal.
2. Proses Query dengan citra contoh yang memberikan masukan pada sistem berupa *array of pixel* dan melakukan query pada basisdata sehingga menghasilkan urutan nominasi citra (Konsep yang akan dikembangkan dalam penelitian ini).
3. Proses Query dengan grup citra contoh yaitu melakukan seleksi citra sesuai dengan spesifikasi yang didefinisikan secara semantik. Hasil dari pendekatan ini adalah kumpulan citra dengan klasifikasi yang sama.

Perkembangan pesat penelitian dalam bidang ini pada umumnya lebih difokuskan pada metode untuk merepresentasikan ciri citra yaitu warna, tekstur dan bentuk. Ditambah lagi dengan adopsi logika fuzzy dalam sistem temukembali citra yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja sistem temukembali yaitu keakuratan sistem temukembali citra. Rancangan sistem temukembali citra (Gambar 1) dibagi menjadi dua proses utama yaitu pengindeksan dan temukembali. Proses pengindeksan adalah proses melakukan segmentasi berdasarkan ciri citra yaitu ciri warna menggunakan metode adaptive histogram dan ciri bentuk menggunakan metode citra binary. Sedangkan untuk mengurutkan ciri citra proses pengimplementasian algoritma Treshold yang terdiri dari tahapan fuzzyfikasi nilai *crisp* ciri citra, agregasi serta visualisasi nominasi citra yang relevan.

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu ekstraksi ciri, pembuatan basis kaidah fuzzy dan pengukuran kinerja sistem. Tahap ekstraksi ciri merupakan proses segmentasi citra berdasarkan warna dan bentuk atau pengindeksan citra. Metode yang digunakan untuk segmentasi warna adalah histogram dengan bin warna yang sudah didefinisikan (warna referensi) dan metode untuk segmentasi bentuk adalah momen invarian. Hasil ekstraksi ciri ini selanjutnya digunakan untuk pembuatan file indeks citra. Validasi dan verifikasi yaitu penilaian kinerja sistem dilakukan dengan mengukur nilai presisi dan *recall*

keluaran sistem. Basisdata citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra dengan tema yang beragam. Hal ini dimaksudkan untuk menguji secara lebih mendetil keakuratan dan efisiensi algoritma Threshold.

#### A. PENGUKURAN KINERJA SISTEM

Pada dasarnya dalam rangka pemilihan tema citra yang beragam ini didasari karena banyak sekali faktor-faktor yang mempengaruhi warna dan bentuk citra saat perekaman oleh kamera adalah sudut pandang dan pencahayaan. Karena dengan terjadinya perbedaan sudut pandang (edge detection) dan pencahayaan (lighting) menyebabkan citra yang dihasilkan bervariasi warna dan bentuknya untuk setiap tema citra. Database citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra dengan tema yang beragam. Hal ini dimaksudkan untuk menguji secara lebih mendetil keakuratan dan efisiensi algoritma Fagin dan Threshold dalam rangkai membuat urutan terhadap ciri citra berdasarkan kemiripan yang dimiliki. Dalam penelitian ini penulis memfokuskan kepada Citra buah dan bunga sebagai objek penelitian terhadap faktor warna dan bentuk yang dimiliki dari ciri citra tersebut.

Sebagaimana diketahui bahwa dalam menentukan kinerja sistem temu kembali pada citra yang berdasarkan bentuk dan warna dengan menggunakan Algoritma Fagin dan Threshold, akan menjadi benar dan akurat, jika jumlah citra yang berhasil diidentifikasi dengan benar oleh sistem. Walaupun dengan kasat mata keakuratan tersebut dapat ditentukan dari prosentase yang dihasilkan. Pengukuran kinerja sistem ini dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

##### A. Citra yang relevant (X)

$$X = \frac{\sum_y^x \text{citrahasil query}}{\sum \text{citraDatab ase}}$$

##### B. Citra yang presisi (Y)

$$Y = \frac{\sum_y^x \text{citrahasil query}}{\sum \text{citraDatab ase}}$$

Sebenarnya ada dua parameter citra yang digunakan yaitu jumlah piksel dan citra RGB termasuk ada 1 (satu) parameter tambahan untuk keperluan proses segmentasi warna adalah warna referensi. Parameter jumlah piksel digunakan untuk reduksi dimensi citra jika lebih besar dari dimensi maksimum yaitu 5.590 piksel. Parameter citra RGB digunakan untuk melakukan segmentasi warna dan bentuk citra setelah proses transformasi. Untuk segmentasi warna terdapat parameter lain yang digunakan yaitu warna referensi yaitu warna baku HSV yang digunakan untuk mengelompokkan citra ke dalam bin warna histogram.

- a. Jumlah Piksel
- b. Citra RGB :

$$crgb(x, y) = \begin{bmatrix} r(x_i, y_j) \\ g(x_i, y_j) \\ b(x_i, y_j) \end{bmatrix}$$

dengan  $crgb$  = citra RGB

$r, g, b$  = nilai warna R, G, B

$x, y$  = koordinat piksel

$i$  = 1 ... m

$j$  = 1 ... n

c. Warna Referensi :  $w_j = [h_j \ s_j \ v_j]$

dengan  $w$  = warna referensi

$h$  = nilai hue

$s$  = nilai saturation

$v$  = nilai value

$j$  = 1 ... B (jumlah bin warna referensi)

Pada tahap pertama ini sistem melakukan pembacaan data citra RGB dengan menggunakan fungsi Matlab :

$crgb = \text{imread('nama file citra')}$ ;

Proses pembacaan data menghasilkan data warna citra dalam bentuk matriks bilangan integer dengan skala 0 – 255 yang berukuran  $m \times n \times 3$ .

Praproses terdiri dari dua proses yaitu reduksi dimensi citra dan transformasi model warna. Reduksi dimensi citra ini dilakukan jika jumlah piksel citra lebih besar dari 5.590 piksel. Citra dalam sistem temukembali untuk keperluan segmentasi warna dan bentuk seluruhnya berdimensi 86 x 65 piksel untuk citra *landscape* atau 65 x 86 untuk citra *portrait*. Sedangkan proses transformasi citra RGB menjadi HSV digunakan untuk segmentasi warna dan menjadi grayscale untuk segmentasi bentuk. Transformasi ini menggunakan fungsi Matlab sebagai berikut :

##### a. Transformasi RGB ke HSV

$chsv = \text{rgb2hsv}(crgb)$ ;

hasil transformasi ini adalah data warna citra dalam bentuk matriks yang berukuran  $m \times n \times 3$  yaitu :

$$chsv(x, y) = \begin{bmatrix} h(x_i, y_j) \\ s(x_i, y_j) \\ v(x_i, y_j) \end{bmatrix}$$

dengan  $chsv$  = citra HSV

$h, s, v$  = nilai warna H, S, V

$x, y$  = koordinat pixel

$i$  = 1 ... m

$j$  = 1 ... n

b. Transformasi citra RGB ke *grayscale*

$cgray = rgb2gray(crgb);$

hasil transformasi ini adalah data warna citra dalam bentuk matriks yang berukuran  $m \times n$  yaitu :

$$cgray(x, y) = f(x_i, y_j)$$

dimana  $cgray$  = citra *grayscale*

$f$  = nilai intensitas warna

$i$  = 1 ...  $m$

$j$  = 1 ...  $n$

Sedangkan untuk Segmentasi warna adalah proses mengelompokkan citra HSV kedalam bin warna histogram. Kriteria yang digunakan adalah dengan menghitung jarak euclid terkecil antara warna piksel dengan warna referensi. Untuk menghitung jarak *euclid* piksel ke- $i$  dengan warna referensi ke- $j$  dengan persamaan (10) yaitu :

$$d_{ij} = \left( p_{si}^2 + w_{si}^2 - 2p_{si}w_{sj} \cos |p_{hi} - w_{hj}| + |p_{vi} - w_{vj}|^2 \right)^{1/2}$$

$p_i = w_j$ , jika  $d_{ij}$  = minimum

dengan  $d$  = jarak euclid

$p_h$  = nilai  $h$  piksel  $p$

$p_s$  = nilai  $s$  piksel  $p$

$p_v$  = nilai  $v$  piksel  $p$

$w_h$  = nilai  $h$  warna referensi

$w_s$  = nilai  $s$  warna referensi

$w_v$  = nilai  $v$  warna referensi

$i$  = 1 ...  $K$

$j$  = 1 ...  $B$

Proses segmentasi bentuk dilakukan dengan menghitung momen dan momen pusat citra *grayscale* dengan persamaan dibawah ini, yang terdiri dari :

$$\omega_{pq} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_i^p y_j^q f(x_i, y_j)$$

$$C_{pq} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_i - \bar{x})^p (y_j - \bar{y})^q f(x_i, y_j)$$

dimana  $\omega$  = momen citra

$p, q$  = orde momen

$x, y$  = koordinat piksel

$\bar{x}, \bar{y}$  = pusat citra

$f$  = nilai intensitas warna

$c$  = momen pusat

Untuk proses Fuzzyfikasi dalam sistem termukembali ini merupakan proses awal untuk melakukan pengukuran kemiripan citra dengan menggunakan parameter jarak euclid ciri warna dan bentuk sebagai masukan *crisp*. Proses fuzzyfikasi dilakukan dengan terlebih dahulu membuat kurva keanggotaan fuzzy untuk setiap peubah linguistik. Selain jarak euclid parameter yang digunakan untuk pembuatan kurva peubah linguistik ini adalah sebagai berikut :

1. Jumlah citra basisdata :  $N$

2. Jumlah bin warna :  $B$

3. Jarak euclid ciri warna :  
 $d_w = \left( \sum_{j=1}^B (H_j^D - H_j^O)^2 \right)^{1/2}$

4. Jarak euclid ciri bentuk :  
 $d_b = \left( \sum_{v=1}^7 (\phi_v^D - \phi_v^O)^2 \right)^{1/2}$

5. Lebar partisi :  $N_p$

6. Pusat kurva *sama* :  $\gamma_{sama} = 0$

7. Pusat kurva *mirip* :  
 $\gamma_{mirip} = \frac{1}{2N_p} \sum_{i=1}^{2N_p} d_i$

a. Pusat kurva *beda* :  
 $\gamma_{beda} = \frac{1}{2N_p} \sum_{i=N_p}^{3N_p} d_i$

8. Pemulus Kurva :  $\square$

9. Lebar kurva :  
 $\sigma = \left( \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (d_i - \bar{d})^2 \right)^{1/2}$

Setelah kurva masing-masing peubah linguistik terbentuk maka proses fuzzyfikasi dilakukan dengan memproyeksikan jarak euclid pada masing-masing kurva peubah linguistik untuk mendapatkan nilai fuzzy masukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

1. Nilai fuzzy *sama* :  
 $\mu_{sama} = \frac{1}{1 + (d_i / \sigma)^\alpha}$

2. Nilai fuzzy *mirip* :  
 $\mu_{mirip} = \frac{1}{1 + (|d_i - \gamma_{mirip}| / \sigma)^\alpha}$

3. Nilai fuzzy *beda* :  
 $\mu_{beda} = \frac{1}{1 + (|d_i - \gamma_{beda}| / \sigma)^\alpha}$

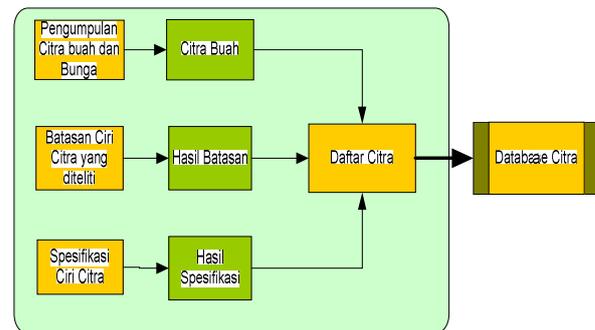
Dengan  $\mu_{sama}$  = nilai fuzzy ciri *sama*

$\mu_{mirip}$  = nilai fuzzy ciri *mirip*

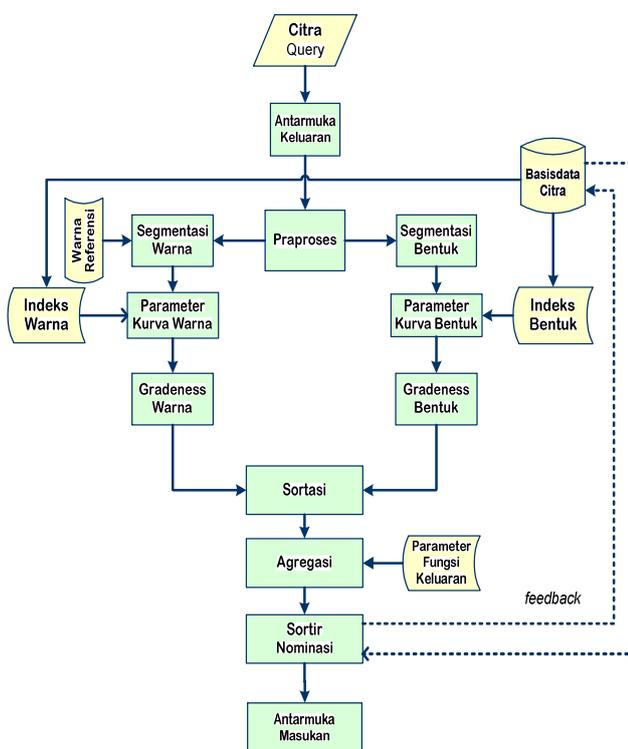
$\mu_{beda}$  = nilai fuzzy ciri beda

### III. METODE PENELITIAN

Kerangka pemikiran untuk perancangan dan analisis sistem temukembali ciri citra dengan mengimplementasikan logika fuzzy dan didukung algoritma fagin dan threshold, dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Pada dasarnya terdapat 5 tahap yang akan dilakukan yaitu: (1) persiapan (pengumpulan dan pengolahan data citra), (2)Melakukan Ekstraksi ciri warna dan bentuknya (Segmentasi), (3) Menentukan Nilai Gradeness, (4) Melakukan Agregasi (5) Penyusunan prototipe sistem. Secara umum gambaran dari kerangka pemikiran dari penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3. Teknik Pengolahan Citra bunga dan buah pada Database Citra



Gambar 2. Kerangka Pemikiran Penelitian Pengolahan Ciri Citra berbasis Kemiripan

Dalam pengumpulan data citra buah, dilakukan melalui beberapa cara seperti: melalui internet, pengambilan dengan photo digital ataupun melalui kumpulan cd-citra buah- buahan dan bunga. Setelah dilakukan pengumpulan data, maka semua citra harus mempunyai ekstension JPG atau BMP (\*.jpg dan \*.bmp). Sedangkan secara lebih detail gambaran proses tata laksana untuk menghasilkan citra buah yang siap untuk dimasukkan kedalam database citra buah, dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Pada gambar 2 terlihat juga bahwa dalam melakukan penelitian ini penulis melakukan beberapa tahapan dalam rangka mengumpulkan citra buah, untuk diletakkan pada Database Citra. Pengolahan dimulai dari saat pengumpulan citra buah hingga penentuan spesifikasi terhadap citra buah. Ini dilakukan agar data citra yang dimasukkan kedalam database adalah data yang benar dan sesuai dengan kebutuhan prototipe sistem yang akan dikembangkan.

Pada dasarnya dalam tahapan rancangan dan penyusunan Antar muka, merupakan deskripsi dan spesifikasi dari proses utama yang terjadi dalam sistem temukembali citra. Untuk tahapan rancangan dan Antar muka daoat terdiri dari tiga bagian yaitu praproses dan segmentasi untuk pengindeksan citra serta implementasi logika fuzzy untuk temukembali citra.

#### 1. Pra Proses

Untuk Praproses dalam sistem temukembali terdiri dari dua bagian setelah pembacaan data warna citra RGB yaitu reduksi dimensi citra dan transformasi warna. Reduksi dimensi citra dilakukan jika dimensi citra RGB lebih besar dari jumlah piksel maksimum yaitu  $86 \times 65 = 5.590$  piksel. Reduksi dimensi citra bertujuan untuk mempercepat proses segmentasi warna dan bentuk citra.

Setelah proses reduksi dimensi kemudian citra RGB dtransformasi menjadi citra HSV untuk segmentasi warna dan citra grayscale untuk segmentasi bentuk. Hasil proses ini adalah matriks yang berukuran  $86 \times 65 \times 3$  untuk landscape atau  $65 \times 86 \times 3$  untuk portrait pada citra HSV dan matriks yang berukuran  $86 \times 65$  untuk landscape atau  $65 \times 86$  untuk portrait pada citra grayscale.

#### 2. Segmentasi

Dalam melakukan proses segmentasi warna, maka dilakukan dengan mengelompokkan citra menjadi 43 bin warna referensi dan direpresentasikan dengan histogram. Pada dasarnya pengelompokkan seluruh warna piksel citra dengan bin warna referensi dilakukan dengan cara menghitung jarak euclid terkecil antara warna piksel dengan warna referensi. Histogram citra ini kemudian menghasilkan matriks distribusi warna citra.

Proses segmentasi bentuk citra menjadi tujuh vektor momen invarian. Citra yang digunakan adalah citra dalam format *grayscale*. Proses segmentasi bentuk dimulai dengan menghitung momen dan momen pusat citra *grayscale*. Selanjutnya momen pusat ini dinormalisasi untuk mendapatkan vektor momen invarian citra.

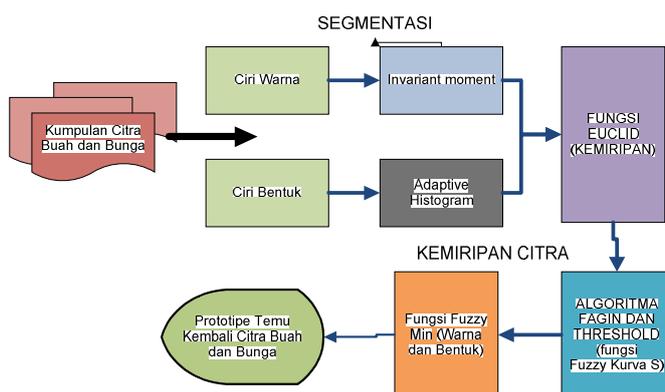
### 3. Implementasi Algoritma Fagin dan Treshold

Implementasi algoritma Fagin dan Treshold dalam sistem temukembali citra berbasis kemiripan terdiri dari empat tahapan yaitu :

- Melakukan perhitungan gradeness pada setiap ciri citra.
- Melakukan sortasi secara menaik untuk setiap nilai gradeness ciri citra.
- Melakukan agregasi terhadap gradeness ciri citra.
- Menampilkan sejumlah citra yang sangat relevan (Top - k).

Dalam pelaksanaan penelitian untuk Pencarian citra buah ini, untuk menghasilkan urutan dari yang mirip sekali hingga yang kurang mirip, dengan menggunakan algoritma threshold yang merupakan turunan dari Algoritma Fagin. Dengan nilai threshold (ambang) yang diambil dari citra query, akan dibandingkan dengan nilai ambang pada semua citra yang ada di Database citra melalui penggunaan fungsi euclid. Dengan model nilai ambang ini, maka untuk citra yang memiliki nilai ambang mirip, akan ditampilkan secara berurutan (sorting). Tampilan citra mulai dari yang seperti mirip yang asli hingga yang agak kurang mirip. Karena proses perbandingan nilai ambang berdasarkan warna dan bentuk, maka akan dilakukan proses fuzzy logic dengan hitungan  $\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y])$  dimana a= warna b = bentuk.

Dengan berdasarkan kerangka pemikiran diatas, maka untuk menghasilkan prototipe sistem temu kembali citra dilihat dari ciri, berdasarkan kemiripannya, maka beberapa fungsi yang mendukung dalam pembuatannya. Untuk itu maka gambaran tahapan pelaksanaan pembuatan prototipenya sabagai berikut :



Gambar 3 Tahapan Dalam pengembangan Sistem Temu Kembali Citra Berbasis Kemiripan

- Dalam melakukan penelitian untuk kemiripan telah diimplementasikan konsep citra kueri fuzzy dengan menggunakan algoritma fagin dan threshold.
- Setelah dilakukan penelitian dengan menggunakan parameter yang penulis beri nama kurva pusat, dengan nilai -8 dan -10 dan parameter kurva pemulus dengan nilai 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9. maka dihasilkan nilai presisi yang optimal dari temu kembali citra buah dan bunga adalah 80% dan 82 %R untuk algoritma fagin dan 86 % dan 88 % untuk algoritma threshold.
- Untuk mengetahui kecepatan proses eksekusi yang dilakukan terhadap 170 citra buah yang ada didalam basis data dan 16 citra buah query. Sedangkan untuk bunga 140 citra bungan dan 12 jenis citra query , jika dengan menggunakan algoritma fagin membutuhkan waktu untuk mengeksekusi rata - rata 1,48, 1,82 detik. Sedangkan jika menggunakan algoritma threshold membutuhkan waktu untuk mengeksekusi rata - rata 1.019 detik dan 1,2 detik.
- Proses kueri fuzzy dengan menggunakan algoritma Fagin memiliki kompleksitas waktu sebesar  $O(n^2m)$  (n = total proses pengurutan yang harus dilakukan oleh algoritma fagin yaitu pengurutan secara berurutan dan Acak), dengan demikian maka algoritma memiliki kompleksitas  $O(n^2+m)$ . Sedangkan untuk algoritma threshold untuk kompleksitas waktu adalah  $T(n) = n^2 + m$  atau kompleksitas adalah  $O(n + m)$  (n = total proses pengurutan yang harus dilakukan oleh algoritma threshold yaitu pengurutan secara berurutan dan Acak).

Sebagai saran, dalam melakukan penelitian ini dan dapat menjadi awal dalam melakukan penelitian lanjutan yang berhubungan dengan teknik temu kembali lebih spesifik dan berguna untuk aplikasi lainnya. Dalam penelitan ini teknik temu kembali citra buah dan bunga, dilakukan berdasarkan kemiripan ciri, dengan menggunakan algoritma fagin dan threshold. Teknik ini dapat dikembangkan kembali dengan berdasarkan algoritma lainnya dalam rangka penyempurnaan. Dalam melakukan proses kueri fuzzy dengan menggunakan algoritma fagin dan threshold terdapat beberapa fungsi pendukung lainnya. Seperti fungsi adaptive histogram, fungsi citra binary, fungsi euclid, dan fungsi sigmoid. Untuk itu terdapat beberapa kemungkinan jika menggunakan fungsi yang lainnya, dapat menghasilkan temu kembali citra menjadi lebih optimal nilai presisi, dengan citra buah yang lebih spesifik. Sistem dapat diimplementasikan pada temu kembali citra pada bidang bioinformatika, Cultral Informatic. Dimana untuk akurasi hasil pencarian informasi dapat ditingkatkan dengan bantuan tenaga ahli .

### DAFTAR PUSTAKA

[1] Benerjee M, Kundu MK. 2003. Content Based Image Retrieval with Fuzzy Geometrical Features. The 12th IEEE International Conference on Fuzzy Systems. Hal. 932 - 937

### IV. SIMPULAN DAN SARAN

- [2] Berens J, Finlayson, Qiu G. 2000. Image Indexing using Compressed Colour Histograms. IEE Proceeding Visual Image Signal Process. Vol 147 No. 4 Hal 349 – 355
- [3] Cheng HD, Chen CH, Chin HH, Xu H. Fuzzy Homogeneity Approach to Multilevel Thresholding. IEEE Transactions on Image Processing. Vol.7, No.7, July 1998
- [4] Chen Y, Wang JZ. 2002. A Region-Based Fuzzy Feature Matching Approach to Content-Based Image Retrieval. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence. Vol. 24 No. 9.
- [5] Chen, Li. Ranking Queries For Advance Database Management System Technology, Lecture Note 11, 2004.
- [6] Gaweda AE, Zurada JM. 2006. Data-Driven Linguistic Modeling using Relational Fuzzy Rules. IEEE Transactions on Fuzzy Systems. Vol. 11 No. 1, Hal. 121 – 134.
- [7] Fagin, R. Combining Fuzzy Information form Multiple System, San jose, 1996.
- [8] Fagin, R. Fuzzy Queries in Multimedia database System, Proc. ACM symposium on principle of Database system, Seattle, 1998.
- [9] Fagin R, Lotem A, Naor M, Top-k Kueri Processing, San Jose, California 1999.
- [10] Gonzalez RC, Woods RE. 2002. Digital Image Processing. Edisi ke – 2. New Jersey : Prentice Hall, Inc.
- [11] Herrera F. 2005. Genetic Fuzzy Systems : Status, Critical Considerations and Future Directions. International Journal of Computational Intelligence
- [12] Kusumadewi S, Hartati S, Neuro-Fuzzy : Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Saraf. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu, 2005.
- [13] Marimin, Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial. Bogor : IPB Press. Edisi ke-2, 2005.
- [14] Munir, Rinaldi. Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, Penerbit Informatika, Agustus 2004.
- [15] Stone MC. 2003. A Field Guide to Digital Color. Massachussets : AK Peters Natick.
- [16] Turban E. 1995. Decision Support and Expert Systems : Management Support Systems. New Jersey : Prentice Hall Inc. 4th Edition.
- [17] Vertan C, Boujeema N. Embedding Fuzzy Logic in Content Based Image Retrieval. INRIA Rocquancourt – Project IMEDIA Paper.
- [18] Xiaoling W, Kanglin X. 2005. Application of the Fuzzy Logic in Content-based Image Retrieval. JCS&T. Vol. 5 No. 1 Hal 19 – 24.
- [19] Zhang R, Zhang Z. 2004. A Robust Color Object Analysis Approach to Efficient Image Retrieval. EURASIP Journal on Applied Signal Processing. Hal. 871-885.
- [20] Lotem , Fagin R, Naor M, Optimal Aggregation algorithm for Middleware, 1999.

## A Review of From CRM to CEM Customer Engagement as Innovation Co-Creator

Elidjen  
Bina Nusantara University  
K.H. Syahdan No.9  
Jakarta, Indonesia  
elidjen@binus.edu

**Abstrak:** Persaingan yang sangat ketat menyebabkan perusahaan mencari keunggulan kompetitif, baik dalam pengemasan produk maupun dalam menjaga hubungan baik dengan pelanggan mereka. Pengelolaan hubungan baik tersebut biasa disebut sebagai Customer Relationship Management (CRM). Pada umumnya CRM difokuskan pada bagaimana memasarkan kepada pelanggan dan mendapatkan value dari mereka dengan menggunakan teknologi informasi, tetapi mengabaikan insight yang berasal dari pelanggan yang dapat memberikan nilai tambah bagi keuntungan perusahaan. Untuk itu CRM saja tidak cukup, butuh aspek pengalaman dari pelanggan yang dapat menambah value dan loyalitas mereka. Customer Experience Management (CEM) secara sederhana dapat didefinisikan menangani pengalaman pelanggan. Definisi yang lebih bermanfaat dari CEM adalah menangani interaksi dengan pelanggan untuk membangun brand equity dan meningkatkan keuntungan jangka panjang (long-term profitability). CEM adalah tentang menangani value proposition yang dirasakan pelanggan. Pendekatan lima elemen yang dikenal dengan singkatan SMART telah berdampak positif bagi perusahaan. SMART adalah singkatan dari Strategy, Metrics; Alignment, Redesign dan Technology. Pada akhirnya pelanggan dapat mengaktualisasi dirinya, melalui brand dan produk perusahaan. Peran pelanggan sudah menjadi co-creator dan evangelist terhadap perusahaan.

**Kata Kunci:** pelanggan, customer insights, CRM, CEM, SMART, long-term profitability, value proposition, loyalitas, co-creator, evangelist

### I. PENDAHULUAN

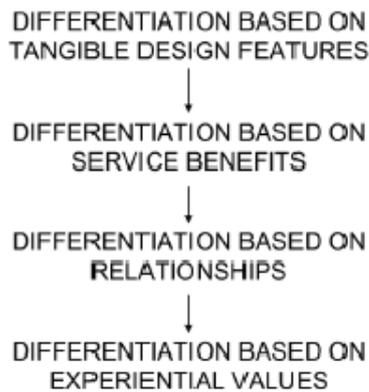
Selama tahun 1950an dan 1960an, perusahaan manufaktur menggunakan kualitas produk (*tangible product qualities*) untuk mendapatkan keunggulan bersaing (*competitive advantage*). Pada akhir tahun 1970an diferensiasi berdasarkan kualitas produk ini dirasakan sudah mencapai batasnya dan diferensiasikan diarahkan ke layanan (*service benefits*). Demikian juga diferensiasi berdasarkan layanan menjadi umum pada tahun 1980an. Strategi

pemasaran pun dirubah diferensiasinya dengan berfokus pada hubungan (*relationships*) dengan pelanggan (Christopher et al., 1991) dalam [11].

Beberapa data menurut Sullivan dan Hirsch [12] menunjukkan keuntungan yang didapatkan dengan penerapan CRM, yaitu: biaya yang dikeluarkan mencapai 5 sampai 10 kali lipat untuk mendapatkan pelanggan baru dibandingkan dengan mempertahankan pelanggan yang sudah ada, beberapa perusahaan dapat meningkatkan keuntungan mendekati 100% dengan mempertahankan hanya 5% lebih banyak pelanggan yang sudah ada (Harvard Business Review (Reicheld & Sasser), rata-rata pelanggan baru menghabiskan \$24.50 belanja online pada suatu situs web selama 3 bulan pertama. Rata-rata *repeat pelanggan* menghabiskan \$52.50 setiap 3 bulan (McKinsey Study), kebanyakan perusahaan kehilangan 50% pelanggan-nya dalam 5 tahun (Harvard University), rata-rata hanya 15% pelanggan yang loyal pada satu perusahaan, loyalitas pelanggan yang telah mengalami pengalaman yang bermasalah hanya 6% sedangkan yang tidak mengalami pengalaman yang bermasalah 19%, tingkat loyalitas pelanggan yang mengalami pengalaman bermasalah tetapi puas dengan cara perusahaan menangani masalah tersebut adalah 21% (digital Idea) [12].

Walaupun begitu, banyak akademisi dan praktisi berpendapat bahwa *customer relationship management* yang diferensiasinya pada hubungan baik dengan pelanggan tidak menciptakan tingkat *value* yang diharapkan oleh pelanggan dan keuntungan bagi perusahaan [11]. Kondisi inilah yang menyebabkan munculnya strategi diferensiasi berdasarkan *experiential value* yang dikenal dengan Customer Experience Management (CEM)

Evolusi strategi diferensiasi tersebut digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1. Evolusi Strategi Diferensiasi Pemasaran [11]

## II. CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT

*Customer Relationship Management* (CRM) pada dasarnya adalah sebuah konsep yang sederhana, konsep yang muncul secara intuitif, menarik pelanggan baru, mengenali mereka dengan lebih baik, memberikan mereka layanan yang baik, dan mengantisipasi keinginan dan kebutuhan mereka. Jika perusahaan melakukan semua ini dengan baik, maka keuntungan pun akan didapatkan.

Definisi CRM dapat berbeda artinya untuk satu perusahaan dengan perusahaan lainnya, demikian juga dengan implementasinya. Untuk beberapa perusahaan, CRM berarti menawarkan pelanggan berdasarkan perilaku belanja mereka sebelumnya dan karakteristik demografinya. Sedangkan bagi perusahaan lainnya, CRM berarti memberikan informasi kepada staf (*service representative*) mengenai keuntungan yang didapat dari pelanggan (*customer profitability*) dan bagaimana pelanggan mendatangkan keuntungan. Bagi perusahaan lainnya lagi, CRM berarti mengubah penampilan situs web berdasarkan profil pelanggan dan preferensi informasi (*preference information*).

Berdasarkan berbagai bentuk cakupan CRM tersebut, CRM dapat didefinisikan sebagai aplikasi apa saja atau inisiatif yang dirancang untuk membantu perusahaan mengoptimalkan hubungannya dengan pelanggan, *supplier*, atau *prospect* melalui satu atau lebih *touch points* – seperti *call center*, *salesperson*, *distributor*, toko, kantor cabang, web, atau e-mail – dengan tujuan mendapatkan dan mempertahankan pelanggan [7].

Keuntungan yang ditunjukkan oleh data tersebut jelas menunjukkan bahwa CRM biasanya difokuskan pada

bagaimana memasarkan kepada pelanggan dan mendapatkan *value* dari mereka, biasanya dengan strategi berbasis teknologi informasi, tetapi mengabaikan *insight* yang berasal dari pelanggan yang sebenarnya malah dapat memberikan keuntungan yang lebih besar bagi perusahaan. *Insights* tersebut dapat berupa *customer perceive value* berdasarkan pengalaman yang mereka terima ketika berhubungan dengan *brand* atau produk dari perusahaan tersebut. CRM hanya fokus pada memaksimalkan pendapatan dan nilai bagi perusahaan. “Perusahaan berpikir bahwa CRM akan menciptakan pengalaman bagi pelanggan tetapi CRM hanyalah sebuah *tool*” demikian menurut direktur dari perusahaan yang berlokasi di London bernama Shaun Smith [13].

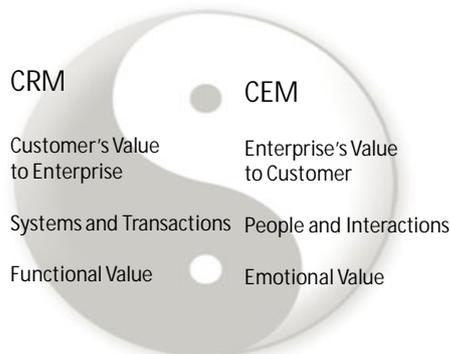
## III. CUSTOMER EXPERIENCE MANAGEMENT (CEM)

“*Customer experience* berasal dari sekumpulan interaksi antara pelanggan dan produk, perusahaan, atau bagian dari perusahaan tersebut, dimana menyebabkan reaksi. Pengalaman ini bersifat sangat pribadi dan menyiratkan keterlibatan pelanggan pada tingkat yang berbeda (rasional, emosional, sensorial, physical, dan spiritual)” (Gentile, Spiller, and Noci 2007, p. 397) dalam [15]. Definisi kedua dan berhubungan adalah “*customer experience* adalah respon internal dan subjektif yang dirasakan oleh pelanggan pada saat ia berhubungan secara langsung maupun tidak langsung dengan perusahaan. Pengalaman ini diciptakan tidak hanya oleh hal-hal yang dapat dikendalikan oleh perusahaan (misalnya, layanan, suasana, penataan barang yang baik, harga) tetapi juga oleh hal-hal yang tidak dapat dikendalikan oleh perusahaan (misalnya, pengaruh dari pelanggan lainnya, tujuan belanja).

*Customer Experience Management* (CEM) secara sederhana dapat didefinisikan menangani pengalaman pelanggan. Definisi yang lebih bermanfaat dari CEM adalah menangani interaksi dengan pelanggan untuk membangun *brand equity* dan meningkatkan keuntungan jangka panjang (*long-term profitability*). CEM adalah tentang menangani *value proposition* yang dirasakan pelanggan.

Terlalu banyak perusahaan yang fokus perhatiannya lebih pada tujuan akhir (pendapatan dan keuntungan) dan mengabaikan maksud (*the customer's value proposition*). Ada hubungan antara *customer's perceived value* dan loyaliti dan pendapatan dan keuntungan perusahaan.

Secara umum, perbedaan CRM dan CEM dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Perbedaan CRM dan CEM (modified) [13]

## 2. Pendekatan SMART untuk Kesuksesan CEM

Penelitian yang sudah dilakukan oleh CustomerThink Corporation menunjukkan bahwa pendekatan lima elemen yang dikenal dengan singkatan SMART telah berdampak positif bagi perusahaan. SMART adalah singkatan dari *Strategy, Metrics, Alignment, Redesign, dan Technology*.



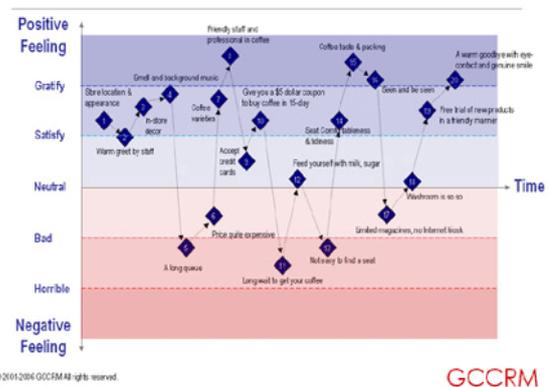
Gambar 3. A SMART Guide to CEM Success [13]

### A. Membangun Strategi Pengalaman Pelanggan (Strategy)

Sebelum mengembangkan strategi pengalaman pelanggan, perusahaan harus mengetahui terlebih

dahulu apa yang diinginkan oleh pelanggan. Pertama bisa diawali dengan memetakan pengalaman pelanggan (dikenal sebagai *experience mapping* atau *touch-mapping*) dan *one-on-one interview* dengan pelanggan.

Gambar berikut ini dirancang oleh Sampson Lee dari GCCRM untuk mengilustrasikan pengalamannya, mencakup 20 interaksi, selama suatu kunjungan ke Starbucks di China. Dapat dilihat pada gambar pemetaan baik emosi positif dan negatif, mulai dari melihat lokasi toko dan tampilannya dan berakhir dengan perpisahan dengan staf yang hangat.



Gambar 4. Customer Experience Map: One Starbucks Visit [13]

### B. Menetapkan Tujuan dan Mendefinisikan Pengukuran (Metrics)

*Value* adalah a two-way proposition. Jika perusahaan melakukan sesuatu untuk pelanggan yang bukan bernilai bagi perusahaan, ini merupakan masalah bagi perusahaan tersebut. Sebaliknya, jika perusahaan melakukan sesuatu yang tidak bernilai bagi pelanggan, itu juga merupakan masalah bagi perusahaan tersebut. Supaya dapat memberikan pengalaman yang bernilai bagi pelanggan dan mendapatkan hasil yang bernilai bagi perusahaan dibutuhkan tujuan (*goal*) dan pengukuran (*measurement*).

Intuit bertemu dengan ahli loyalitas Bain & Co, yang mengembangkan *Net Promoter Score (NPS)*—suatu sistem pemberian nilai berdasarkan pertanyaan apakah pelanggan akan merekomendasikan merek kepada orang lain. Berdasarkan tanggapan pelanggan tersebut, pelanggan akan dikelompokkan ke dalam kelompok promotor, pasif, dan pengkritik. Semakin banyak promotor, semakin tinggi jumlah NPS. Intuit bekerja pada peningkatan angka tersebut. Cukup

menghubungi pengkritik dan meminta mereka menanyakan mengapa mereka tidak bahagia [13].

Selain pengukuran tersebut, Intuit juga mengadakan pemeriksaan di lapangan untuk mendapatkan kenyataan pengalaman yang dialami pelanggan dan mendapatkan pandangan dari perspektif pelanggan. Intuit mengadakan *review* pengalaman pelanggan kuartalan.

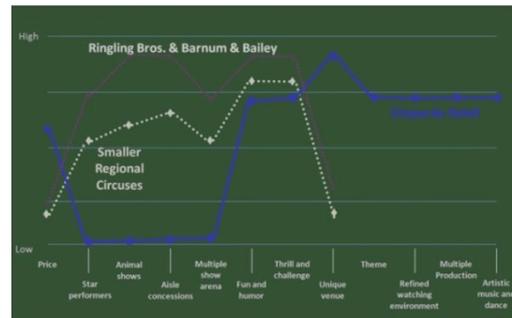
### C. Keselarasan dengan Organisasi (Alignment)

Karyawan harus diikutsertakan untuk menyukseskan CEM. Pemberdayaan karyawan adalah cara hidup di Hilton, di mana VonDerheide mengatakan bahwa layanan adalah bisnis. Di Hilton, eksekutif percaya insentif bagi karyawan perlu diperhatikan. Jika karyawan tidak mendapatkan insentif yang memadai, maka tidak mengherankan kalau pelayanan yang diberikan oleh karyawan kepada pelanggan pun tidak baik juga. Hilton menawarkan insentif yang baik bagi semua jajaran staf dan pemimpinya.

### D. Redesign Pengalaman Pelanggan (Redesign)

#### Value Innovation

Layanan terhadap pelanggan perlu dievaluasi dan tidak tertutup kemungkinan untuk merancang kembali pengalaman pelanggan. *Value innovation* yang merupakan inovasi samudera biru yang diusung oleh W. Chan Kim dan Renee Mauborgne dalam bukunya *Blue Ocean Strategy How to Create Uncontested Market Space and Make the Competition Irrelevant* dapat digunakan untuk memberikan *value* baru bagi pelanggan. Strategi kanvas digunakan untuk memetakan kondisi pasar. Berikut ini adalah contoh strategi kanvas yang digunakan untuk memetakan *Cirque du Soleil* dibandingkan dengan *Ringling Bros. & Barnum & Bailey* dan sirkus-sirkus regional yang lebih kecil (*Smaller Regional Circuses*). Setelah itu digunakan *Four Action Framework* (*reduce, eliminate, create/add, dan raise*) sebagai *creative problem solving tool* berdasarkan pemetaan ini untuk menghasilkan *value innovation*.

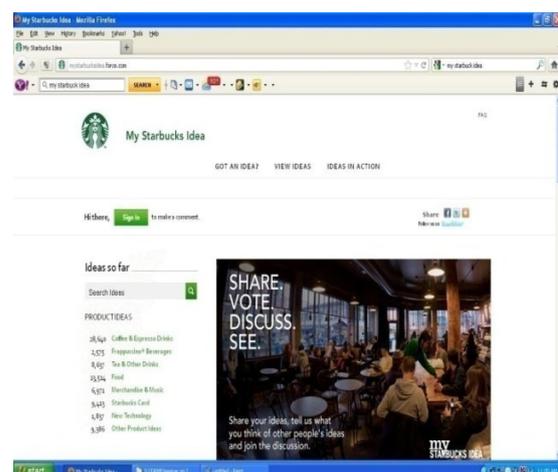


Gambar 5. Strategi Kanvas Cirque du Soleil [8]

Guy Laliberte, anak seorang perawat yang berpendidikan SMA dan berawal dari badut jalanan berhasil membangun Kelompok sirkus dengan nama *Cirque de Soleil*. Dengan *value innovation*-nya yang berhasil memberikan pengalaman yang memukau kepada pelanggan, penghasilan per tahun diperkirakan antara US\$550 juta dan US\$600 juta [14].

#### Libatkan Pelanggan Sebagai Innovation Co-Creator dalam CEM

Starbuck yang sangat terkenal dengan kepiawaiannya dalam meracik kopi, menyediakan “*third place*” bagi pelanggan yang sibuk, dan menciptakan “*seen and be seen*” *experience*. Selain itu, Starbuck juga sangat pandai melibatkan pelanggannya menjadi *co-creator*. Starbuck berpesan kepada pelanggannya melalui [www.mystarbucksidea.com](http://www.mystarbucksidea.com) “*Help shape the future of Starbuck—with your idea.*”



Gambar 6. Situs Web My Starbucks Idea [1]

Pelanggan dapat menyumbangkan idenya melalui blog ini dan pelanggan lainnya dapat memberikan *vote* terhadap ide yang sudah di-*posting* sehingga akan ditemukan ide terbaik dan Starbucks akan merealisasikan ide tersebut.

Jelaslah bahwa pelanggan dilibatkan sebagai *co-creator* dalam menciptakan produk (*coffee and latte drinks, other drinks, food, merchandise and music, starbucks card, other product idea*), pengalaman (*ordering, payments, pick up, atmosphere and location, out partners/(employee, other experience idea*), dan keterlibatan (membangun komunitas dan kegiatan pengabdian masyarakat).

Berikut adalah salah satu ide dari pelanggan yang direalisasikan oleh Starbucks.



Gambar 7. Drive-thru Payment Solution [2]

Tidak mengherankan jika muncul pernyataan bahwa pelanggan adalah *innovator* Anda (*customers are your innovators*), pelanggan adalah pengembang produk Anda (*customers are your product developers*), dan pelanggan adalah pencetus ide Anda (*customers are your idea generators*).

### E. Meningkatkan Pengalaman Pelanggan dengan Teknologi

Nike bekerja sama dengan iPod nano. Sebuah sensor yang dimasukkan ke dalam sol sepatu dapat memberikan informasi waktu, jarak, langkah, serta kalori yang terbakar melalui iPod. Selain itu ucapan selamat atau *compliment* pun dapat diberikan oleh iPod nano apabila target yang sudah ditetapkan seseorang tercapai, misalnya jarak tempuh lari sejauh 1 km dicapai dalam waktu 10 menit tercapai. Selain itu tentunya iPod nano juga dapat digunakan untuk memutar lagu sewaktu aktivitas lari atau berjalan kaki dilakukan. Nike + iPod nano merupakan kolaborasi yang inovatif sehingga dapat memberikan nilai tambah terhadap produk yang ditawarkan

kepada pelanggan. Nilai tambah terhadap produk inilah yang pada gilirannya memberikan *premium consumer experience*.



Gambar 8. Promosi Film The Girl with the Dragon Tattoo [3]

*The Girl With The Dragon Tattoo* adalah film trilogi pertama berdasarkan buku yang ditulis oleh Stieg Larsson. Buku yang ditulis oleh Larsson tersebut telah menjadi fenomena penerbitan, dengan lebih dari satu juta eksemplar terjual di Inggris.

Menyadari potensi *fanbase* (memanfaatkan penggemar) yang besar dari buku tersebut, Momentum Pictures yang menjadi distributor film itu memilih untuk menggunakan penghargaan digital innovation award mereka untuk mempromosikan film tersebut yang fokusnya ditujukan pada pembaca buku tersebut.

*The Girl with the Dragon Tattoo* sangat cocok untuk promosi digital karena penggemar buku sudah berkumpul dalam kelompok online, seperti dalam kelompok Facebook, situs web, dan distributor film tersebut bisa mengidentifikasi mereka yang telah membeli buku secara online, melalui penjual buku seperti Amazon.



Gambar 9. Kolaborasi Promosi di Berbagai Media [3]

Distributor film tersebut bekerja sama dengan Amazon dan Google untuk menargetkan para penggemar, kemudian dengan Facebook untuk

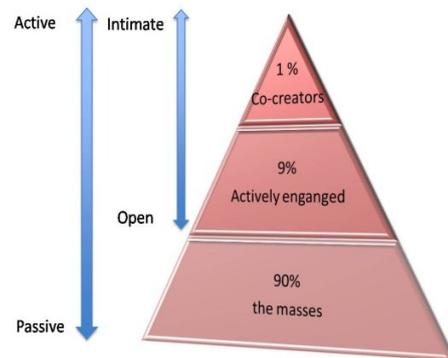
menjaga mereka terlibat (*engage*), dan memungkinkan mereka untuk menyampaikan cerita film tersebut kepada temannya. Agensi digital *Jam* membuat promosi tersebut dan surat kabar Metro, mitra kunci di sisi non digital dari promosi juga mendorong beberapa aktivitas di Facebook.



Gambar 10. Promosi Superfan Point yang Berhadiah Liburan ke Swedia [3]

Kampanye film *The Girl With The Dragon Tattoo* dilakukan 19 minggu sebelum film tersebut diputar di bioskop. Trailer film dapat diakses di yahoo dan diiklankan juga di situs web surat kabar Metro. Selain itu *interactive video website* juga diluncurkan di [www.thegirl.co.uk](http://www.thegirl.co.uk). Dengan promosi yang sedemikian gencarnya dalam waktu yang relatif cukup lama sebelum peluncuran film dengan menggunakan berbagai *touch point* menyebabkan komunikasi yang tercipta begitu baik sehingga berdampak pada suksesnya film tersebut.

*The Girl With The Dragon Tattoo* diputar di 120 situs, dengan lebih dari £2 juta berasal dari *box office* selama lebih dari sepuluh minggu, membuat film ini menjadi film terlaris sepanjang masa di Skandinavia. Reaksi yang kuat dari penonton di luar ekspektasi distributor film tersebut. Keberhasilan terus berlanjut sampai ke peluncuran DVD dimana sebanyak 75.000 unit terjual di minggu pertama yang menggungguli rilis utama *The Lovely Bones* yang terjual sebanyak 43.000 unit [3].



Gambar 11. 1:9:90 Model [6]

1:9:90 model adalah teori dimana pelanggan yang benar-benar pendukung (*truly advocates*) sembilan orang mengikuti, dan kemudian masing-masing orang mempengaruhi 90 orang lainnya. Model inilah yang dimanfaatkan oleh distributor film *The Girl with Dragon Tattoo* dengan memanfaatkan *the power of crowd* sehingga sukses pun dicapainya. Orang yang paling aktif menyebarkan informasi mengenai film ini dan mendapatkan pengikut terbanyak akan memenangkan *Superfan Point* dan diberikan hadiah berupa liburan ke Swedia.

Yuswohadi dalam bukunya *Crowd Marketing Becomes Horizontal* mengemukakan bahwa salah satu cara untuk membuat produk atau jasa yang ditawarkan laris manis adalah dengan meyakinkan bahwa produk atau jasa tersebut mempunyai efek wabah (*product and service should be contagious*). Apabila produk atau jasa yang ditawarkan memiliki efek wabah, pelanggan akan “tertular” wabah tersebut dan terpicat untuk segera mendapatkan produk atau jasa tersebut.

Efek wabah yang dimaksud oleh Yuswohadi telah dibuktikan melalui suksesnya film *The Girl with Dragon Tattoo*. Demikian juga dengan Film Laskar Pelangi yang menuai sukses dengan menggunakan konsep yang sama dimana kekuatan komunitas berbasis teknologi *web 2.0* melalui *Short Message Service (SMS)*, *facebook*, *blog*, *twitter*, dan *Blackberry Messenger (BBM)*. Kehadiran presiden Susilo Bambang Yudhoyono untuk menyaksikan film tersebut di salah satu bioskop yang konon kabarnya sangat terharu dan sempat meneteskan air mata juga menjadi efek wabah yang semakin luar biasa yang disebarkan melalui beberapa *touch point* yang sudah disebutkan tadi sehingga ikut menaikkan minat orang lain untuk segera menonton film tersebut.

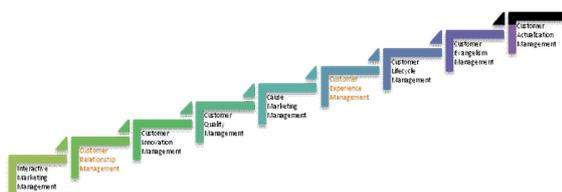


Gambar 12. Poster Film Laskar Pelangi [10]

Tidak mengherankan kalau Yuswohadi [16] menegaskan bahwa berilah alasan untuk membicarakan mengenai produk atau jasa yang Anda tawarkan. Ia juga menambahkan buatlah hal tersebut mudah untuk dilakukan.

Dalam pengembangan hubungan dengan pelanggan, perusahaan tidak hanya cukup menggunakan data maupun pengalaman dari pelanggan saja, tapi diluar itu masih banyak yang dapat di eksplorasi dari pelanggan itu sendiri. Tahapan yang digambarkan dalam CEM, masih dapat dikembangkan lebih jauh, sampai pelanggan bukan hanya sebagai bagian dari perusahaan yang berkontribusi secara aktif, tetapi pelanggan yang dapat 'membela' atau *Customer Advocate* terhadap perusahaan, jika ada hal negatif yang menimpa perusahaan.

Secara umum, tahapan pengembangan pelanggan dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 13 Tahapan Pengembangan Pelanggan (modified) [12]

Pada akhirnya Pelanggan dapat mengaktualisasikan dirinya, melalui *brand* dan produk perusahaan. Peran pelanggan sudah menjadi *co-creator* dan *evangelist* terhadap perusahaan.

#### IV. SIMPULAN

Dalam era pelanggan saat ini, fokus pada pelanggan lebih penting daripada peran strategis lainnya. Mengelola hubungan baik dengan pelanggan melalui CRM saja tidak cukup, dibutuhkan keikutsertaan pelanggan dalam meningkatkan nilai dari brand dan produk yang ditawarkan. Untuk mencapai hal ini, peran inovasi dan teknologi dapat meningkatkan fungsi dan ketertarikan pelanggan sehingga loyalitas dapat dibentuk. Inovasi tidak hanya mengenai teknologi, tetapi bagaimana memberdayakan penggunaan teknologi untuk memberikan pengalaman yang mengesankan kepada pelanggan. CEM adalah tentang mengelola *value proposition* atau persepsi nilai oleh pelanggan dan tujuan ini hanya dapat dicapai melalui keterlibatan pelanggan (*customer engagement*). Value proposition yang dikelola melalui CEM yang dapat menciptakan kepuasan pelanggan (*customer satisfaction*) akan memberikan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan (*sustainable competitive advantage*) dan menghasilkan keuntungan jangka panjang (*long-term profitability*).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, <http://mystarbucksidea.force.com/>
- [2] Anonim, <http://blogs.starbucks.com/blogs/pelanggan/archive/2012/03/26/the-starbucks-app-is-now-drive-thru-friendly.aspx>
- [3] Anonim, (2010), Digital Innovation in Distribution Case Study The Girl With The Dragon Tattoo. Momentum Pictures (ONLINE) [http://industry.bfi.org.uk/media/pdf/1/0/The\\_Girl\\_With\\_the\\_Dragon\\_Tattoo\\_case\\_study.pdf](http://industry.bfi.org.uk/media/pdf/1/0/The_Girl_With_the_Dragon_Tattoo_case_study.pdf)
- [4] Band, W. (2012), Navigate The Future Of CRM Thirteen Trends Should Drive Your Plan To Compete In The Age Of The Pelanggan. Forrester Research, Inc.
- [5] Cesconi, F., Pelanggan Experience Management that Improves the Bottom Line: A Framework for Implementing CEM
- [6] Cir, J. and Needham, A., (2008). The Co-Creation Revolution
- [7] Goodhue, D. L., Wixom, B.H., and Watson, H.J. (2002), Realizing Business Benefits Through CRM: Hitting the Right Target in the Right Way. MIS Quarterly Executive Vo. 1 No.2, pp79-94.
- [8] Kim, W.C. and Mauborgne, R. (2005), Blue Ocean Strategy How to Create Uncontested Market Space and Make the Competition Irrelevant. Harvard Business School Pres, Boston, Massachusetts
- [9] Mark, M.N. and Lidsky, D. (2008), Fast Company's Greatest Hits Sepuluh Tahun Gagasan Paling Inovatif dalam Dunia Bisnis. PT Elex Media Computindo

- [10] Miles Film dan Mirzan Production, 2009 (ONLINE)  
[http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Laskar\\_Pelanggi\\_film.jpg](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Laskar_Pelanggi_film.jpg)
- [11] Palmer, A. (2010). Customer Experience Management: A Critical Review of An Emerging Idea, *Journal of Service Marketing*, Emerald Group Publishing Limited, pp196-208.
- [12] Sullivan, T. and Hirsch, J., (2011), *Beyond Marketing: Pelanggan Relationship Management (CRM)*.
- [13] Thomson, B. (2006), *Pelanggan Experience Management: The Value of "Moments of Truth" Part 1 and 2*, PelangganThink Corporation
- [14] Vamos, M.N. and Lidsky, D. (2008), *Fast Company's Greatest Hits Sepuluh Tahun Gagasan Paling Inovatif dalam Dunia Bisnis*, PT. Elex Media Komputindo
- [15] Verhoef, P. C., Lemon, K. N., Parasuraman, A., Roggeven, A., Tsiros, M. and Schlesinger. L. A. (2009), *Pelanggan Experience Creation: Determinants, Dynamics and Management Strategies*, *Journal of Retailing* 85, pp31-41
- [16] Yuswohadi. (2008), *Crowd Marketing Becomes Horizontal*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

# Model Informasi untuk Pembangunan Model Data warehouse dan Perangkat Analitik perguruan tinggi

Rudy, Eka Miranda, Eli Suryani  
Fakultas Ilmu Komputer, Jurusan Sistem Infromasi, Universitas Bina Nusantara  
Jln. KH Syahdan No.9, Palmerah, Jakarta Barat 11480  
rudy@binus.edu, ekamiranda@binus.ac.id, dc\_eli@binus.edu

**Abstrak** - Seiring pergerakan dinamis Perguruan Tinggi yang menuntutnya untuk semakin bekerja secara cepat, akurat dan efisien, saat ini sudah banyak perguruan tinggi yang telah didukung dengan sistem informasi terpadu, mulai dari sistem informasi pendaftaran, operasional akademik sampai dengan alumni. Data dihasilkan, divalidasi dan disimpan dalam setiap waktu, namun pemanfaatan data umumnya belum dilakukan secara maksimal. Integrasi dan validitas data kerap menjadi isu utama karena masing-masing tersimpan untuk tujuan terpisah satu sama lain. Kebutuhan bagi Manajemen untuk mendapatkan informasi yang relevan, terintegrasi dan dapat dipercaya untuk membantu dalam perencanaan dan pengambilan keputusan yang strategis, belum mampu dicapai secara maksimal oleh data dan sistem operasional yang ada, yang seringkali perlu dilalui dengan waktu yang lama dan proses yang kompleks juga untuk menghasilkannya. Hal ini menghambat perguruan tinggi dalam pengambilan keputusan berbasis data dan informasi. Manajemen memerlukan ekstraksi dan integrasi data untuk menghasilkan informasi yang dibutuhkan untuk proses analisis. Datawarehouse dapat membantu merubah data transaksional menjadi informasi yang dapat ditindaklanjuti oleh manajemen perguruan tinggi. Tulisan ini membahas model informasi dalam membangun model datawarehouse dan perangkat analitik yang dibutuhkan pada perguruan tinggi, untuk menunjang pengambilan keputusan dan penentuan strategi yang lebih efektif

*Kata Kunci* : model informasi, datawarehouse, perangkat analitik, perguruan tinggi,

## I. PENDAHULUAN

Setiap organisasi termasuk Perguruan Tinggi sangat membutuhkan informasi yang akurat, cepat, dan relevan. Namun dalam kenyataannya hal tersebut terkadang tidak sesuai dengan keinginan dan harapan yang hendak dicapai, dikarenakan kurang atau terbatasnya sistem informasi yang digunakan. Sementara itu, manajemen Institusi Pendidikan Tinggi harus senantiasa melakukan evaluasi diri secara berkesinambungan guna peningkatan kualitas institusi tersebut dalam melaksanakan misi Tridharma Pendidikan Tinggi. Untuk dapat melakukan evaluasi diri diperlukan berbagai data dan informasi, baik data internal maupun

eksternal institusi. Dengan melihat kebutuhan berbagai macam data dan informasi yang diperlukan untuk penyusunan laporan evaluasi diri, seharusnya dapat mendorong pemanfaatan teknologi *data warehouse* maupun data mining pada institusi tersebut [9]. Selain itu perguruan tinggi yang telah memanfaatkan sistem informasi pada setiap bidang yang ada, belum dapat membantu dalam membuat keputusan manajemen.

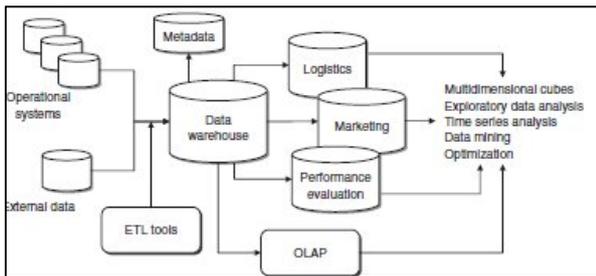
Pemanfaatan *data warehouse* di dunia bisnis hampir universal, sementara jumlah perguruan tinggi yang memanfaatkan *data warehouse* dewasa ini masih relatif kecil.

Di tengah persaingan yang makin ketat, Perguruan Tinggi harus melengkapi infrastrukturnya dengan dukungan teknologi informasi. Manajemen sebagai pembuat keputusan membutuhkan suatu alat yang dapat mendorong Perguruan Tinggi untuk dapat berkompetisi dan juga membutuhkan pengetahuan teknologi informasi yang dapat mendukung mereka untuk dapat menganalisis dan membantu mereka mengambil keputusan yang tepat dan cepat dalam rangka unggul dalam persaingan .

## II. STUDI PUSTAKA

### A. Data Warehouse

*Data warehouse* adalah kumpulan dari *database* yang terintegrasi dan berorientasi subjek serta dirancang untuk mendukung fungsi pengambilan keputusan, dimana setiap unit data relevan terhadap satu kejadian pada waktu tertentu [5]. *Data warehouse* tidak hanya digunakan dalam melakukan *loading*, integrasi, dan menyimpan data dalam jumlah besar, namun juga berpotensi untuk mendapatkan *insight* baru dari sebaran data, dan memungkinkan untuk memberikan pelaporan dan jawaban dari pertanyaan pengguna yang bersifat *ad hoc* secara cepat dan lebih baik [10]. Berikut adalah gambar arsitektur *data warehouse* [8]:



Gambar 1. Architecture and functions of a data warehouse

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Disain Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan beberapa pendekatan sebagai metodologi penelitian, yaitu melakukan penelitian deskriptif eksploratif dengan dilakukan dengan beberapa teknik tanpa melakukan perbandingan ataupun dihubungkan dengan penelitian yang lainnya, diantaranya:

- 1) Teknik wawancara dengan manajemen tingkat atas sebagai sumber informasi (*Key Informan Technique*) untuk mendapatkan informasi yang berkenaan dengan strategi organisasi, rencana manajerial, aktifitas analisa dan pemanfaatan informasi untuk proses pengambilan keputusan yang kritikal.
- 2) *Focus Group Discussion* (FGD) dengan beberapa manajemen Perguruan Tinggi untuk menggali informasi yang dibutuhkan untuk mendukung pengambilan keputusan dan perencanaan operasional.
- 3) Studi kasus, analisis, dan evaluasi serta studi literatur terhadap dokumen-dokumen organisasi dan berbagai sumber informasi mengenai penerapan sistem analitik bagi institusi pendidikan.

Metodologi di atas kemudian diolah dan disesuaikan dengan kondisi objek penelitian sehingga pendekatan metodologi tersebut dapat lebih tepat. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Melakukan analisa dari studi literature dan data yang diperoleh dari internal maupun eksternal, serta melakukan interpretasi hasil penemuan
- 2) Merancang kesimpulan penelitian dalam permasalahan yang muncul.
- 3) Menjalankan penelitian deskriptif yang tepat terhadap data dan informasi dari dokumen internal Perguruan Tinggi
- 4) Analisis data dan interpretasi hasil penelitian serta membuat rekomendasi berupa :
  - Perancangan model informasi yang dibutuhkan manajemen untuk proses analisa yang mendukung proses analisa dalam pengambilan keputusan dan perencanaan strategis pada area aktifitas kunci Perguruan Tinggi
  - Perancangan model data logika gudang data (*data warehouse*) dengan menggunakan SQL Server yang digunakan dalam menghasilkan informasi

yang telah dirancang. Hasilnya adalah berupa rancangan model tabel fakta dan dimensi beserta relasi antar tabelnya.

- Perencanaan teknologi dan perancangan model antar muka sistem analitik dengan menggunakan sumber dari gudang data (*data warehouse*) yang telah dirancang.
- Mengevaluasi rancangan model dengan menggunakan teknik interview dan kuesioner.

#### B. Operasionalisasi Variabel Penelitian

Berikut adalah variabel-variabel penelitian merupakan nilai yang ingin dianalisa oleh peneliti:

Tabel 1. Operasionalisasi Variabel Penelitian Eksploratif Pembangunan Data Warehouse dan Sistem Analitik Pada Perguruan Tinggi di Indonesia

Variabel	Indikator	Jenis Data
Strategi Bisnis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berorientasi pada strategi institusi</li> <li>• Dukungan proses perencanaan operasional</li> <li>• Dukungan proses pengambilan keputusan</li> </ul>	Cross Section, Ordinal
Model kebutuhan informasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berorientasi pada kebutuhan manajemen</li> <li>• Nilai tambah pada informasi</li> <li>• Korelasi data yang relevant</li> </ul>	Cross Section, Ordinal
Rancangan Data Warehouse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrasi data</li> <li>• Kualitas transformasi data</li> <li>• Teknologi yang menunjang scalability and maintainability yang baik</li> </ul>	Ordinal
Rancangan antar muka aplikasi analitik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kesesuaian presentasi dan informasi</li> <li>• Interpretasi informasi</li> <li>• Fleksibel</li> </ul>	Ordinal

#### C. Jenis dan Sumber Data Penelitian

Keperluan akan jenis data dan sumber data yang pasti dalam penelitian untuk mencapai tujuan yang sudah ditetapkan, dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 2. Jenis dan Sumber Data Penelitian

Tujuan	Jenis Data	SumberData
T-1	Kualitatif : nominal dan ordinal	Primer
T-2	Kualitatif dan Kuantitatif	Primer
T-3	Kualitatif: ordinal	Primer

Keterangan:

**T-1** → Perancangan model informasi yang dibutuhkan manajemen untuk proses analisa yang mendukung proses analisa dalam pengambilan keputusan dan perencanaan strategis pada area aktifitas kunci Perguruan Tinggi.

**T-1** → Perancangan model data logika gudang data (*data warehouse*) dengan menggunakan SQL Server

yang digunakan dalam menghasilkan informasi yang telah dirancang. Hasilnya berupa rancangan model tabel fakta dan dimensi beserta relasi antar tabel.

**T-1** → Perencanaan teknologi dan perancangan model antar muka sistem analitik dengan menggunakan sumber dari gudang data (*data warehouse*) yang telah dirancang serta melakukan evaluasi rancangan model.

### C. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data yang akan dikaji lebih lanjut, maka dalam penelitian ini dilakukan lima teknik pengumpulan data, yaitu:

- 1) Wawancara: akan dilakukan dengan manajemen tingkat atas dan orang-orang yang terkait dengan topik penelitian di beberapa perguruan tinggi Indonesia.
- 2) *Focus Group Discussion* (FGD): dengan membuat forum diskusi terdiri dari sekitar 8 sampai dengan 12 orang, yaitu dengan beberapa manajemen Perguruan Tinggi, dengan peneliti sebagai moderatornya, untuk menggali informasi yang dibutuhkan untuk mendukung pengambilan keputusan dan perencanaan operasional.
- 3) Observasi: tim melakukan pengamatan langsung pada bagian-bagian terkait dengan penelitian. Penelitian ini dibutuhkan untuk mengetahui proses analisa yang dilakukan Manajemen, melihat sistem informasi yang digunakan dan menggali informasi apa saja yang dibutuhkan.
- 4) Kuesioner: merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan tertulis yang akan dibagikan kepada mereka yang terlibat pada proses bisnis perguruan tinggi
- 5) Studi literature: dilakukan dengan membaca artikel atau tulisan-tulisan yang terkait dengan topik penelitian melalui buku, jurnal, dan internet.

### D. Teknik Pengambilan Sampel

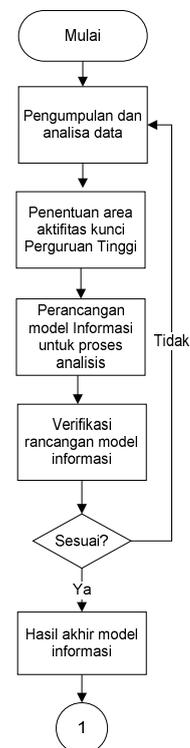
Dalam melakukan pengambilan sampel, menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu dengan responden yang telah ditentukan berdasarkan keahliannya. Data yang dianalisa diambil berdasarkan hasil wawancara, *Focus Group Discussion* (FGD) serta pengisian kuesioner oleh Manajemen perguruan tinggi. Data yang bersifat kualitatif akan dianalisa dan diolah, kemudian akan dilakukan verifikasi terhadap hasil interpretasi dan analisis dari penulis kepada sumber informasi. Hasil data bersifat kuantitatif akan dilakukan pengkodean dan dihitung untuk mendapatkan suatu kesimpulan.

### E. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan yang rencananya akan dilakukan selama tiga tahun. Adapun ketiga tahapan tersebut adalah:

- Perancangan model informasi yang dibutuhkan manajemen untuk proses analisa yang mendukung proses analisa dalam pengambilan keputusan dan perencanaan strategis pada area aktifitas kunci Perguruan Tinggi.
- Perancangan model data logika gudang data (*data warehouse*) dengan menggunakan SQL Server yang digunakan dalam menghasilkan informasi yang telah dirancang. Hasilnya berupa rancangan model tabel fakta dan dimensi beserta relasi antar tabel.
- Perencanaan teknologi dan perancangan model antar muka sistem analitik dengan menggunakan sumber dari gudang data (*Data Warehouse*) yang telah dirancang serta melakukan evaluasi rancangan model.

Dibawah ini merupakan gambaran dari kerangka pikir yang akan dijadikan acuan dalam melakukan penelitian pada tahun pertama.



Gambar 2. Kerangka Pikir Penelitian

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini direncanakan dilaksanakan dalam tiga tahun, dimana pada tahun pertama ini akan mendapatkan hasil rancangan model informasi yang dapat digunakan dalam pembangunan datawarehouse (direncanakan pada tahun kedua penelitian) dan perangkat analitik (direncanakan pada tahun ketiga penelitian).

Untuk membangun datawarehouse dan perangkat analitik yang dapat digunakan untuk perguruan tinggi dibutuhkan analisa kebutuhan informasi dari manajemen perguruan tinggi. Analisa kebutuhan informasi pada

penelitian ini dengan analisa situasi perguruan tinggi didahului dengan proses bisnis yang terjadi diperguruan tinggi dengan menggunakan pendekatan rantai nilai dari Michael Porter dan melakukan analisa terhadap Sistem Informasi (Manajemen) Perguruan Tinggi. Sedangkan untuk analisa kebutuhan informasi peneliti menggunakan Evaluasi Diri untuk akreditasi program studi dan institusi perguruan tinggi serta menggunakan *balance scorecard*. Dari hasil analisa situasi dan kebutuhan informasi ini, akan dirancang model informasi perguruan tinggi untuk pembangunan datawarehouse dan perangkat analitik.

#### A. Rantai Nilai Perguruan Tinggi

Proses bisnis yang terjadi pada perguruan tinggi dimulai dengan penyiapan “produk” yang akan ditawarkan kepada masyarakat dalam hal ini adalah program studi yang mana didalamnya terdapat kurikulum yang akan disampaikan kepada mahasiswa dan proses berakhir ketika mahasiswa terjun ke dunia industri dan menjadi alumni. Proses yang terjadi tersebut secara rinci dapat digambarkan dengan suatu model rantai nilai (gambar 3). Dalam rantai nilai perguruan tinggi ini dibagi kedalam 3 bagian besar yakni strategi perguruan tinggi, aktivitas inti, aktivitas penunjang, dimana setiap aktivitas akan berdampak pada keseluruhan proses, yang akan mempengaruhi nilai akhir Perguruan Tinggi.



Gambar 3. Rantai Nilai Perguruan Tinggi

Berikut dibahas mengenai bagian-bagian yang ada pada rantai nilai secara lebih detail:

#### Strategi Perguruan Tinggi

Manajemen Perguruan Tinggi telah menetapkan baik strategi jangka panjang dan jangka pendek yang mengarahkan seluruh aktivitas organisasi untuk mencapai sasaran yang tertuang dalam visi dan misi, sambil terus menerus beradaptasi terhadap perubahan dan tantangan dari dalam dan luar. Strategi harus ditranslasikan dalam setiap serangkaian proses inti dan proses pendukung perguruan Tinggi.

#### Aktivitas Inti

- **Pembuatan Kurikulum:** proses awal dimana perguruan tinggi menyiapkan kurikulum yang akan ditawarkan kepada masyarakat/calon mahasiswa dalam bentuk program studi.

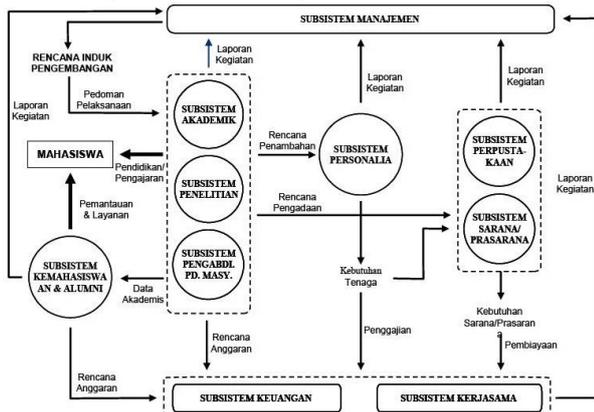
- **Pemasaran dan Admisi:** proses dimana perguruan tinggi melakukan penerimaan mahasiswa yang didahului dengan memasarkan produk (program studi), pendaftaran, ujian saringan masuk, pengumuman penerimaan, dan proses registrasi ulang.
- **Registrasi dan Penjadwalan:** Proses ini mengelola penjadwalan perkuliahan dan ujian, yang akan mengelola data-data dosen, mahasiswa, matakuliah, ruangan, dan waktu kuliah.
- **Pembelajaran & Pengajaran:** proses ini meliputi operasionalisasi perkuliahan atau pelaksanaan perkuliahan baik didalam kelas maupun praktikum, dimana terdapat proses pencacahan kehadiran mahasiswa dan dosen serta realisasi penyampaian materi ajar oleh dosen.
- **Evaluasi & Nilai:** proses evaluasi pembelajaran yang telah terlaksana dilakukan dalam bentuk ujian tengah semester, ujian akhir semester, dan tugas yang dijalankan oleh dosen sebagai pengampu matakuliah dalam bentuk nilai.
- **Wisuda:** merupakan penetapan kelulusan akhir seorang mahasiswa yang telah menyelesaikan sejumlah Satuan Kredit Semester dan menyelesaikan tugas akhir.
- **Alumni:** Program pengembangan dan pembinaan calon alumni dan jejaring alumni, sehingga dapat memberikan keterlibatan dan umpan balik terkait perbaikan kurikulum dan pengembangan institusi dalam bentuk lainnya.

#### Aktivitas Penunjang

- **Keuangan:** aktivitas penunjang ini terkait langsung dengan biaya pemasaran, pendapatan dari penjualan formulir, biaya registrasi ulang, biaya sumbangan, biaya BP3, biaya SKS dan biaya wisuda.
- **Sumber daya Manusia:** aktivitas yang terkait dengan pengadaan tenaga pengajar (dosen) dan staf, serta pengelolaan dosen dimana didalamnya terdapat pengelolaan jenjang kepangkatan dosen ,pengembangan keahlian dan kompetensi dosen dalam pengajaran.
- **Perpustakaan:** penyediaan dan pengelolaan ilmu pengetahuan dan layanan perpustakaan yang dibutuhkan bagi mahasiswa dan pengajar
- **Riset dan pengabdian masyarakat:** aktivitas yang dilakukan oleh dosen dan mahasiswa untuk meningkatkan keilmuan dan penerapannya di masyarakat.
- **Sarana dan Prasarana:** aktivitas ini terkait dengan penyediaan, perawatan dan utilisasi gedung (contoh: perpustakaan, kelas, laboratorium) dan fasilitas yang ada (contoh: Alat tulis kantor, dll).
- **Kerjasama industri, pemerintah dan institusi pendidikan:** aktivitas ini terkait dengan pengembangan dan evaluasi jalinan kerjasama dengan industri, pemerintah maupun perguruan tinggi lainnya yang bertujuan untuk memajukan keilmuan perguruan tinggi.
- **Teknologi Informasi dan Telekomunikasi:** aktivitas yang terkait langsung dengan pemanfaatan teknologi dan telekomunikasi dalam proses pembelajaran , seperti penerapan learning management sistem.

**B. Sistem Informasi Perguruan Tinggi**

Saat ini sudah banyak perguruan tinggi yang telah memanfaatkan sistem informasi dalam operasionalnya. Pada tahun 1990 Direktorat Perguruan tinggi merancang Sistem Informasi Nasional Pendidikan Tinggi (SINAS-DIKTI), dimana diantaranya merancang sistem informasi manajemen perguruan tinggi yang terdiri dari 10 subsistem [9]. Subsistem tersebut secara menyeluruh dapat dilihat pada gambar 4, dapat pula dilihat hubungan antara satu sub sistem dengan subsistem lainnya.



Gambar 4. Sistem Informasi Manajemen PT [9]

Subsistem tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Subsistem akademik
- Subsistem penelitian
- Subsistem pengabdian kepada masyarakat
- Subsistem personalia
- Subsistem perpustakaan
- Subsistem sarana dan prasarana
- Subsistem keuangan
- Subsistem kerjasama
- Subsistem kemahasiswaan dan alumni
- Subsistem manajemen

Subsistem tersebut diatas dapat dilengkapi dengan subsistem penerimaan mahasiswa baru. Setiap sistem mendukung aktivitas inti dan aktifitas pendukung dari Perguruan Tinggi dalam penyimpanan, pengolahan dan pencarian data dan informasi mahasiswa, dosen, karyawan dan proses akademik.

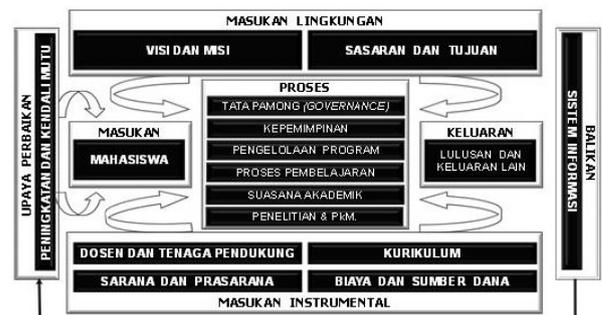
Untuk meningkatkan nilai manfaat suatu informasi, diawali dengan meningkatkan nilai atas data yang membangunnya, yang tersebar dalam Perguruan Tinggi.

Perguruan Tinggi perlu mengetahui jenis dan informasi apa yang kritikal, yang mendasari keputusan-keputusan penting yang perlu dibuat dari data-data yang ada, untuk mencapai sasaran organisasi. Seiring dengan kuatnya kebutuhan ini dari perspektif pengambilan keputusan, integrasi dan ekstraksi data hal utama yang perlu dilakukan. Teknik Datawarehouse menjadi solusi yang dapat menjawab

kebutuhan tersebut. Hasil datawarehouse akan dikonsumsi oleh system analisis yang digunakan manajemen Perguruan Tinggi.

**C. Evaluasi Diri untuk Akreditasi Program Studi dan Institusi Perguruan Tinggi**

Beberapa area yang perlu dianalisis sebagai acuan dasar bagi setiap perguruan Tinggi untuk mengukur mutunya digambarkan dalam komponen yang tergabung dalam komponen Evaluasi Diri (gambar 5) yang dibentuk oleh Badan Akreditasi Nasional, sebagai lembaga yang mengelola dan mengembangkan mutu pendidikan nasional di Indonesia dimana hasil evaluasinya tercermin dalam bentuk akreditasi.



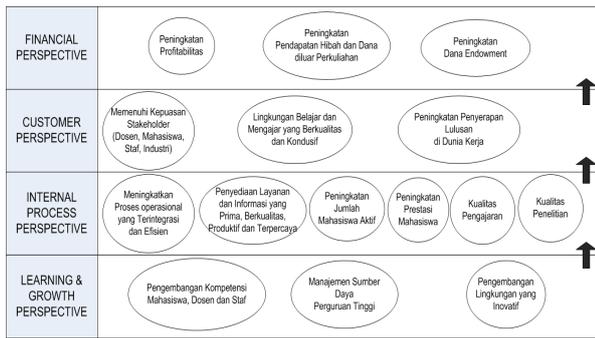
Gambar 5. Evaluasi Diri untuk Akreditasi Program Studi (sumber BAN PT- analisis sistemik mengenai komponen evaluasi diri)

Komponen-komponen evaluasi diri:

- Komponen A. Visi, Misi, Tujuan dan Sasaran, serta Strategi Pencapaian
- Komponen B. Tatapamong, Kepemimpinan, Sistem Pengelolaan dan Penjaminan Mutu
- Komponen C. Mahasiswa dan Lulusan
- Komponen D. Sumberdaya Manusia
- Komponen E. Kurikulum, Pembelajaran, dan Suasana Akademik
- Komponen F. Pembiayaan, Sarana dan Prasarana, dan Sistem Informasi
- Komponen G. Penelitian, Pelayanan/Pengabdian kepada Masyarakat, dan Kerjasama

**D. Pemahaman Balanced Scorecard Perguruan Tinggi**

Dari pemahaman atas strategi perguruan tinggi yang diperlukan dalam meningkatkan nilai Perguruan Tinggi (berupa akreditasi program studi) yang telah dinyatakan dalam gambar Evaluasi diri, yang juga ditranslasikan melalui aktivitas utama dan pendukung perguruan tinggi, maka dengan metode Balance Scorecard strategi Perguruan Tinggi diturunkan kedalam 4 perspektif, yaitu *financial perspective*, *customer perspective*, *internal process perspective* dan *learning and growth perspective*.



Gambar 6. Balance Score Card Perguruan Tinggi

Setiap bulatan menjadi indikator kunci keberhasilan strategi Perguruan Tinggi yang saling terkait satu sama lain. Perangkat analitik yang didukung oleh datawarehouse perlu diarahkan untuk menampilkan informasi dan model /representasi yang relevan dan akurat untuk mengukur masing-masing indikator.

E. *Pembangunan Model Informasi*

Berdasarkan pada rantai nilai perguruan tinggi dan SIM-PT penulis mendapatkan kondisi situasional pada perguruan tinggi, dimana kondisi ini dapat dijadikan dasar untuk kebutuhan informasi yang nantinya dapat menjadi model informasi. Sedangkan untuk kebutuhan informasi manajemen perguruan tinggi, penulis menghubungkan dengan evaluasi diri untuk akreditasi program studi dan balance scorecard yang terdiri dari 4 perspektif. Dari proses analisa keempat bagian tersebut diatas, akan dibangun model informasi yang dapat digunakan dalam pembangunan datawarehouse dan perangkat analitik.

V. SIMPULAN

Untuk mendesain model informasi yang dibutuhkan dalam membangun model datawarehouse dan perangkat analitik bagi perguruan tinggi dibutuhkan untuk mengidentifikasi hal berikut ini:

- Rantai Nilai Perguruan Tinggi meliputi identifikasi Strategi Perguruan Tinggi dan Aktivitas Inti
- Sistem Informasi Perguruan Tinggi
- Evaluasi Diri untuk Akreditasi Program Studi dan Institusi Perguruan Tinggi
- Pemahaman Balanced Scorecard Perguruan Tinggi yang diturunkan ke dalam diturunkan kedalam 4 perspektif, yaitu financial perspective, customer perspective, internal process perspective dan learning and growth perspective.

Selanjutnya model informasi ini dapat digunakan untuk membangun model datawarehouse dan perangkat analitik yang dibutuhkan pada perguruan tinggi, untuk menunjang pengambilan keputusan dan penentuan strategi yang lebih efektif.

REFERENCES

- [1] Dimokas, N., Mittas, N., Nanopoulos, A., Angelis, L. "A Prototype System for Educational Datawarehousing and Mining", Panhellenic Conference on Informatics, 2008.
- [2] Guan, J.,Nunez, W., & Welsh, J.F. "Institutional Strategy and Information Support: The Role of Data Warehousing in Higher Education" Campus-Wide Information Systems, Volume 19, Number 5, ISSN 1065-0741 2002
- [3] Hammergren, T.C and Simon A.R., "Data Warehousing For Dummies@", 2nd Edition, Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana, 2009
- [4] Heise, David L. "Data Warehousing and Decision Making in Higher Education in United States", Andrew University, March 2005
- [5] Inmon, W.H, "Building the Data Warehouse. Fourth Edition".Wiley Publishing Inc.,Indianapolis. 2005
- [6] Loshin, David , "Business Intelligence: The Savvy Manager's Guide", Morgan Kaufmann. San Francisco, 2003
- [7] T.N., Manjunath, S. Hegadi., Ravindra, "Design and Analysis of DWH and BI in Education Domain", IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 8, Issue 2, March 2011
- [8] Vercellis, Carlo, "Business Intelligence : Data Mining and Optimization for Decision Making", John Wiley and Sons. United Kingdom, 2009
- [9] Wilarso, Iik "Pemanfaatan Data Warehouse di Perguruan Tinggi Indonesia" Jurnal Sistem Informasi MTI-UI, Volume 4, Nomor 1, ISBNM 1412-8896, 2008
- [10] Williams, Steve ., Williams , Nancy , "The Profit Impact of Business Intelligence", Morgan Kaufmann , 2007
- [11] P. Chech, dan V. Bures, "Utilization of Business Intelligence in an Education Environment". FORMATEX , 2006
- [12] BAN -PT, "Pedoman Evaluasi Diri", Jakarta, BAN-PT, 2010

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Pendidikan Tinggi atas didapatkannya hibah bersaing penelitian desentralisasi tahun anggaran 2012. Tulisan ini merupakan tahapan awal dari penelitian kami ditahun ini, dimana menyampaikan hasil penelitian sampai dengan bulan ke-5 (Mei 2012). Kami sangat terbuka atas masukan-masukan agar penelitian kami ini dapat memberikan kontribusi yang positif bagi perguruan tinggi.

# Aplikasi Absensi Perkuliahan Menggunakan File Spreadsheet Sebagai Media Penyimpanan Di Platform Android

Afriyudi

Universitas Bina Darma

Fakultas Ilmu Komputer, program Studi Sistem Infromasi  
babeyudi@mail.binadarma.ac.id, babeyudi@gmail.com

M. Akbar

Universitas Bina Darma

Fakultas Ilmu Komputer, program Studi Teknik Informatika  
akbar@mail.binadarma.ac.id

**Abstrak**---Android adalah Sistem Operasi mobile yang pertama berbasis Open source. Keterbukaan android inilah yang membuat android berkembang pesat. Faktor lain yang membuat android semakin berkembang pesat adalah Android menggunakan salah satu bahasa yang populer yaitu java. Kemudahan inilah yang membuat programmer dengan mudah dapat mengkonversi aplikasi yang telah dibuat sebelumnya dengan java, menjadi aplikasi berbasis android. Ide pembuatan aplikasi absensi perkuliahan ini didasarkan atas kemudahan dari aplikasi android yang dapat di konversi dari aplikasi absensi berbasis dektop yang telah ada, juga kebutuhan akan kemudahan melakukan presensi terhadap mahasiswa. Selain daripada itu aplikasi android berjalan pada Graphic User Interface berbasis touchscreen yang memungkinkan melakukan absensi dengan mudah. Aplikasi android yang dikembangkan menggunakan aplikasi Spreadsheet sebagai media pengolahan datanya. Aplikasi spreadsheet ini digunakan untuk memudahkan pengolahan penyimpanan data Mahasiswa dan data absensinya. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah Software Engineering. Manfaat yang diharapkan dengan dibuatnya aplikasi ini adalah sebagai aplikasi alterantif untuk dosen melakukan absensi kehadiran mahasiswa, sehingga dosen dapat dengan mudah mendapatkan laporan absensi kehadiran dalam bentuk rekap.

**Keywords;** *Android, Absensi Kehadiran, Spreadsheet*

## I. PENDAHULUAN

Android adalah sistem operasi mobile yang berbasis open source[1]. Open source artinya membuka kode sumber (*source code*) dari sebuah perangkat lunak[4]. Pola Open Source lahir karena kebebasan berkarya, tanpa intervensi berpikir dan mengungkapkan apa yang diinginkan dengan menggunakan pengetahuan dan produk yang cocok. Kebebasan menjadi pertimbangan utama ketika dilepas ke publik. Komunitas yang lain mendapat kebebasan untuk belajar, mengutak-ngatik, merevisi ulang, membenarkan ataupun bahkan menyalahkan, tetapi kebebasan ini juga datang bersama dengan tanggung jawab, bukan bebas tanpa tanggung jawab[3]. Keterbukaan android inilah yang membuat android berkembang pesat. Menurut research yang dilakukan oleh research2guidance

yang berkedudukan di Jerman pada akhir Agustus 2011 aplikasi android akan mencapai kira-kira 425.000, sedangkan menurut AndroLib pada awal tahun 2012 aplikasi android telah mencapai lebih dari 600.000 pada android market. Salah satu faktor lain yang membuat android kian berkembang adalah Android menggunakan salah satu bahasa yang populer yaitu java. Kemudahan lain adalah aplikasi java yang digunakan di android hampir compatible dengan java standard. Kemudahan inilah yang membuat programmer dengan mudah dapat mengkonversi aplikasi yang telah dibuat sebelumnya dengan java, menjadi aplikasi berbasis android.

Ide pembuatan aplikasi absensi perkuliahan ini didasarkan atas kemudahan dari aplikasi android yang dapat di konversi dari aplikasi java, juga kebutuhan akan kemudahan melakukan presensi terhadap mahasiswa.. Selain daripada itu aplikasi android berjalan pada Graphic User Interface berbasis touchscreen yang memungkinkan melakukan absensi dengan mudah. Pada aplikasi sebelumnya, aplikasi dektop yang dikembangkan menggunakan aplikasi Spreadsheet sebagai media pengolahan datanya. Spreadsheet adalah aplikasi komputer dengan alat-alat yang meningkatkan produktivitas penguna dengan menangkap, menganalisis, dan berbagi sel data. Setiap sel berisi teks numerik, nilai numerik, atau formula [2]. Aplikasi spreadsheet ini digunakan untuk memudahkan pengolahan penyimpanan data Mahasiswa dan data absensinya.

Manfaat yang diharapkan dengan dibuatnya aplikasi ini adalah sebagai aplikasi alterantif untuk dosen melakukan absensi kehadiran mahasiswa, sehingga dosen dapat dengan mudah mendapatkan laporan absensi kehadiran dalam bentuk rekap. Rekap absensi ini salah satunya dapat digunakan dosen untuk mengevaluasi kinerja mahasiswa. Mahasiswa dikatakan memiliki kinerja baik jika telah mengikuti perkuliahan sebanyak 85%, sebagai kompensasinya mahasiswa dapat mengikuti ujian akhir jika memenuhi kreteria 85% kehadiran dan tidak bisa mengikuti ujian akhir jika kurang dari 85% kehadiran.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode Pengumpulan Data

Dalam penyusunan penelitian ini sangat diperlukan sumber-sumber data dan informasi yang benar dan akurat sehingga dapat menjadi masukan yang berguna. Data yang diperlukan dalam penyusunan penelitian ini, yaitu Data Primer dan Data Sekunder. Data Primer adalah data yang langsung dari sumbernya, diamati, dibaca, dan dicatat untuk pertama kalinya. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data primer sebagai berikut yaitu Metode Observasi, wawancara dan Studi Pustaka. Data Sekunder adalah data yang dikumpulkan dengan melakukan studi literature, yaitu mempelajari masalah masalah, seperti melakukan pengumpulan data dengan cara membaca artikel, search di internet (Google) dan dari buku referensi yang berhubungan dengan penelitian ini sebagai sarana pembantu dalam pengumpulan data agar penelitian ini dapat dipercaya dan akurat..

### B. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode The Linear Sequential Model atau Clasic life Cycle yaitu sebagai berikut : (Pressman, 2001)

a) *Software Requirement Analysis* : *Software Requirement Analysis* adalah kegiatan yang fokus pada bagaimana sebuah aplikasi dibuat.

b) *Desain* : Pada tahap ini digunakan untuk mentranslate kebutuhan pemakai (*user requirement*) menjadi bentuk software yang diinginkan sebelum melakukan coding yaitu struktur data, arsitektur software, interface dan algoritma

c) *Code Generation* : Merubah design menjadi aplikasi yang diinginkan, yaitu dengan menggunakan bahasa pemrograman.

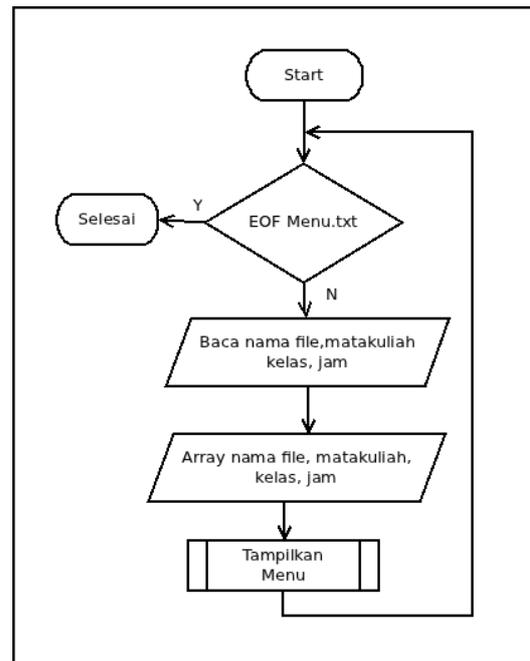
d) *Testing* : Pengujian adalah suatu proses untuk menguji aplikasi yang telah selesai dibuat sesuai dengan keinginan. Hal ini bertujuan untuk menentukan kesalahan dan kemudian memperbaikinya.

## III. PERANCANGAN

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode The Linear Sequential Model atau Clasic life Cycle yaitu sebagai berikut : (Pressman, 2001)

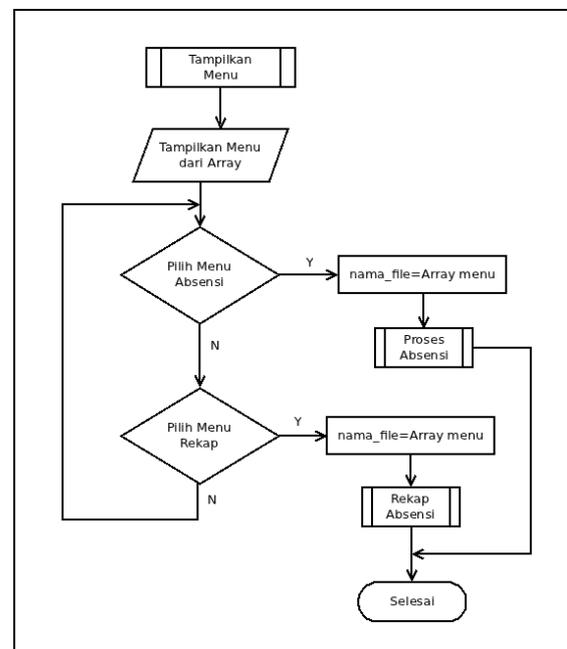
### A. Algoritma

Pada tahapan ini akan dijelaskan dengan flowchart jalannya aplikasi yang dibuat. Secara umum dapat dijelaskan bahwa terdapat 4 flowchart dalam pembuatan aplikasi.



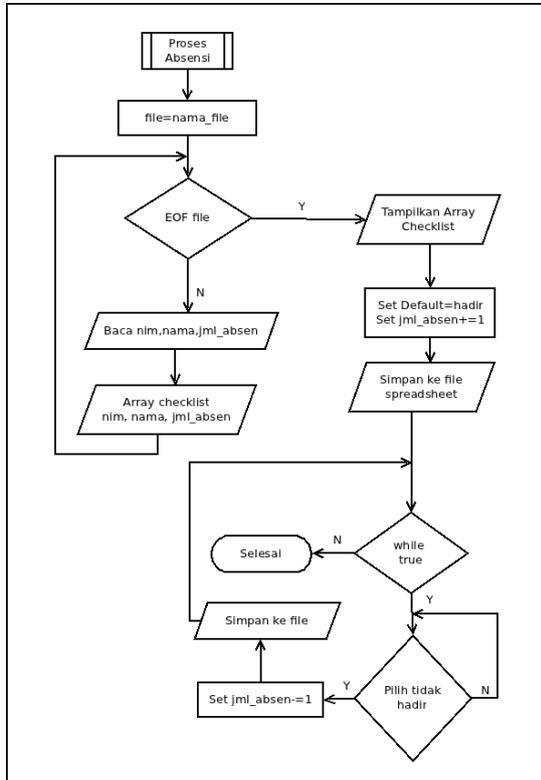
Gambar 1. Flowchart program utama

Gambar 1 merupakan Flowchart program utama yang menjelaskan secara umum bagaimana berjalannya program absensi, yaitu pertama-tama aplikasi mengambil text menu dari file text yang diisi secara manual dengan editor, jika berhasil maka menu akan tampil dan bisa dipilih. Pilihan menu adalah nama mata pelajaran dan kelas.



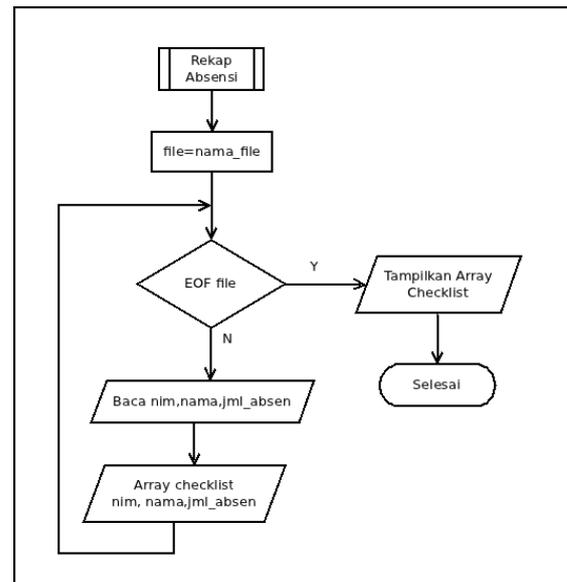
Gambar 2. Flowchart Tampilkan Menu

Gambar 2 merupakan flowchart Tampilkan menu, pada flowchart ini, aplikasi membaca isi file text yaitu berupa nama file, mata kuliah, kelas dan jam kuliah. Kemudian membuat menu pilihan untuk masing-masing matakuliah menjadi 2 menu yaitu menu proses absensi dan menu rekap absensi.



Gambar 3 Flowchart menu absensi

Gambar 3 merupakan flowchart menu absensi, pada flowchart ini, aplikasi membaca isi file spreadsheet dari matakuliah yang dipilih, kemudian aplikasi membaca data di worksheet satu. Data yang dibaca adalah nim dan nama, selanjutnya disainkan di array dan menampilkannya dalam bentuk checklist, secara default checklist di conteng hadir dan jumlah absen ditambah satu, kemudian data disimpan ke file spreadsheet. Selanjutnya proses akan berulang secara tak hingga sampai ada intrupsi yaitu proses selesai. Pada proses berulang ini jika checklist ditekan tidak hadir maka jml\_absen akan dikurangi satu dan data disimpan dalam file spreadsheet.



Gambar 4. Flowchart menu rekap absensi

Gambar 4 merupakan flowchart menu rekap absensi, pada flowchart ini, aplikasi membaca isi file spreadsheet yaitu membaca data di worksheet satu. Data yang dibaca adalah nim, nama, total kehadiran, kemudian menampilkannya.

**B. Proses**

Pada tahapan ini akan dijelaskan secara umum proses sistem yang terjadi. Aplikasi absensi merupakan interface yang digunakan untuk mengambil data absensi dalam format xls, selain itu aplikasi ini juga digunakan untuk menampilkan laporan absensi. Figure 5 merupakan figurean secara umum proses pada aplikasi absensi. Pada aplikasi ini, dosen menyiapkan komponen nilai mahasiswa yang bisanya berisi matakuliah, kelas, jam kuliah, dan data mahasiswanya. Kemudian lewat aplikasi spreadsheet dibuatlah file yang berisikan daftar nama mahasiswa dan kemudian dengan aplikasi notepad menu dibuat untuk memudahkan aplikasi absensi diandroid mengetahui nama file, matakuliah, kelas dan jam kuliah. Selanjutnya file spreadsheet dan file menu.txt di transfer ke android. Dengan Aplikasi android maka dosen akan bisa melakukan entry absensi dan melihat rekap absensi dengan aplikasi ini.

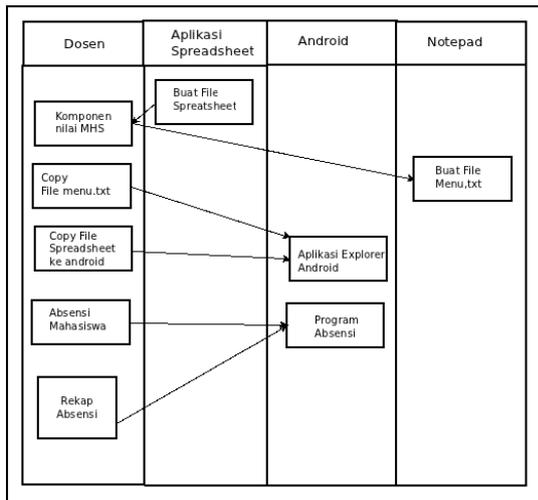


Figure 1. Proses Sistem Absensi

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian adalah berupa aplikasi absensi yang dapat dijalankan di platform Android. Aplikasi ini merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk melakukan absensi harian mahasiswa sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan diaplikasi. Fitur lain yang terdapat dalam aplikasi ini adalah dapat menampilkan rekap absensi. Untuk menjalankan aplikasi ini ada beberapa tahapan yang semestinya dilakukan. Ada 2 tahapan yang dapat dilakukan yaitu tahap persiapan dan tahapan penggunaan

Ada 3 tahapan yang dapat dilakukan dalam tahapan persiapan yaitu

- 1) Instalasi Aplikasi
- 2) Membuat file menu.txt

isi menu.txt adalah dengan format :  
 [nama file;Nama Matakuliah;kelas]:[nama file;Nama Matakuliah;kelas]:....  
 contoh :  
 vnilaiIF006\_141-1313\_SI5A.xls;Pemrograman Internet;SI5A:vnilaiIF006\_141-2411\_SI5A.xls;  
 Prak Pemrograman Internet;SI5A  
 dan copykan file ini ke directory nilai pada sdcard/memory card

3) Buat file Spreadsheet sesuai dengan format yang ditentukan yaitu buat dua worksheet, worksheet pertama diberi nama dengan nama matakuliah dan worksheet kedua diberi nama absen. Kemudian pada worksheet kedua isikan data dengan ketentuan sebagai berikut : pada cell A1 isi dengan tulisan posisi, cell B1 dengan nilai 0 yang artinya Posisi absen pertama kali. Cell A2 diisi dengan Jml Peserta, Cell B2 diisi dengan nilai 16 yaitu jumlah mahasiswa pada mata kuliah. Cell A3 diisi dengan tulisan posisi, cell B3 diisi dengan nilai 5 yaitu posisi data pertama kali dibaca (6-1=5). Kemudian pada cell A5, B5, C5 diisi berturut-turut No, Nim, Nama. Selanjutnya cell A6 sampai A21 diisi dengan nomor

urut 1 sampai dengan 16 , cell B6 sampai B21 diisi dengan nim mahasiswa, cell C6 sampai C21 diisi dengan nama mahasiswa. dan copykan file ini ke directory nilai pada sdcard/Memory Card

	A	B	C
B1		0	
1	Posisi	0	
2	Jml Peserta	16	
3	mulai	5	
4			
5	No	Nim	Nama
6	1.	07141277	ABI SUHENDRA ADI GUNA
7	2.	09141335	ACHMAD GHOZALI
8	3.	07141095	AFRIYANSYAH
9	4.	07141048	EDWIN NOPRIANSYAH
10	5.	07141038	EKO BUDI HARTANTO
11	6.	06141114	ELISABETH PASARIBU
12	7.	06141186	FITA MAYA NUGRAHANI
13	8.	07141209	INDAH GUSTIANI

Figure 2. Contoh Pengisian File xls

Tahapan berikutnya adalah tahapan penggunaan yaitu menjalankan aplikasi absensi di android :

- 1) Menjalankan aplikasi
- 2) Memilih menu absensi untuk melakukan absensi atau memilih menu report untuk melihat laporan rekap absensi



Figure 3. Menu Utama

3) berikut ini merupakan tampilan absensi, langkah pertama yang semestinya dilakukan adalah setting tanggal dengan menekan tombol set date.



Figure 4. Absensi

kemudian setelah setting tanggal, kemudian proses absensi dapat dilakukan. Caranya adalah dengan menekan icon centang, jika berwarna hijau maka berarti masuk jika tidak maka tidak hadir. Tekan tombol simpan untuk menyimpan semua perubahan yang telah dilakukan.

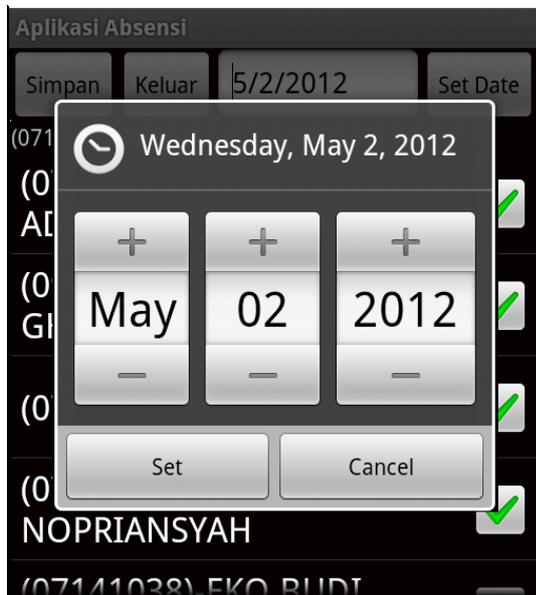


Figure 5. Setting tanggal

4) Untuk melihat hasil rekap maka klik menu report pada menu utama untuk masing-masing matakuliah. Figure dibawah ini adalah figure dari report matakuliah prak. Pemrograman Internet. Hasil dari rekap absensi ini digunakan oleh dosen untuk menentukan bahwa mahasiswa layak atau tidak untuk mengikuti ujian semester. Ketentuan yang berlaku adalah memenuhi 80% kehadiran untuk mengikuti ujian semester.

Selesai			
NIM	NAMA	H	TH
07141277	ABI SUDENDRA ADI GUNA	16	0
09141335	ACHMAD GHOZALI	16	0
07141095	AFRIYANSYAH	16	0
07141048	EDWIN NOPRIANSYAH	16	0
07141038	EKO BUDI HARTANTO	15	1
06141114	ELISABETH PASARIBU	16	0
06141186	FITA MAYA NUGRAHANI	10	6
07141209	INDAH GUSTIANI	16	0
09141337	JIMI KARTER	16	0
07141093	PATAR PARULIAN GULTOM	15	1
06141182	RAHMAN THAHA DE	16	0

Figure 6. Rekap Kehadiran

## V. SIMPULAN

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu menghasilkan sebuah Aplikasi android yang digunakan sebagai alternatif untuk melakukan absensi kehadiran mahasiswa.
- 2) Laporan yang dihasilkan dapat digunakan oleh dosen sebagai bahan pertimbangan sebelum pertimbangan untuk menentukan apakah mahasiswa boleh atau tidak mengikuti ujian semester. Prasyarat untuk mengikuti ujian semester adalah memenuhi 80% kehadiran dalam satu semester.
- 3) Aplikasi yang dihasilkan merupakan aplikasi yang praktis karena dapat digunakan secara portable dan bisa diinstall di smartpone bersistem operasi Android.

## REFERENSI

- [1] ABLESON, W. FRANK., COLLINS, CHARLIE. and SEN, ROBI , 2009, Unlocking Android, Manning Publications Co.

- [2] Kementerian Negara Riset dan Teknologi dan Yayasan Penggerak Linux Indonesia, 2007, *Panduan Pendayagunaan Open Source Software : Aplikasi Perkantoran OpenOffice.org*, RISTEK
- [3] Masyarakat Digital Gotong Royong (MDGR), 2008, *Pengantar Sistem Operasi Komputer*, <http://bebas.vlsm.org>
- [4] wiki, Sumber Terbuka, [http://id.wikipedia.org/wiki/Sumber\\_terbuka](http://id.wikipedia.org/wiki/Sumber_terbuka), diakses Februari 2012

# Perancangan Aplikasi Pembuatan web Generator Pada Bidang E-Commerce

Nilo Legowo, Dika Farza Anugrah  
Dosen Teknik Informatika, Universitas Bina Nusantara,  
Kampus Syahdan, Jl. K.H. Syahdan No. 9, Palmerah,  
Jakarta Barat 11480  
Telepon : 021-534-5830, Fax : 021-530-0244  
E-mail : nlegowo@binus.edu

Ady Saputra, Jimmy Richard TD  
Dosen Teknik Informatika, Universitas Bina Nusantara,  
Kampus Syahdan, Jl. K.H. Syahdan No. 9, Palmerah,  
Jakarta Barat 11480  
Telepon : 021-534-5830, Fax : 021-530-0244

**Abstrak** - Aplikasi berbasis web saat ini banyak di pakai untuk mendukung berbagai kegiatan bisnis adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancangan sistem aplikasi online berbasis website yang ditujukan untuk mendukung proses pembuatan e-commerce. Perancangan aplikasi pembuatan website (Web Generator) ini mendukung untuk memenuhi keinginan para pengguna yang ingin membuat aplikasi berbasis web dan membutuhkan aplikasi website e-commerce. Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah metode analisis, yang meliputi studi kepustakaan dan studi lapangan dengan melakukan kuesioner untuk memperoleh user requirement dan observasi dengan membandingkan website sejenis beserta survey untuk mengetahui apakah aplikasi yang kami rancang sudah dapat bermanfaat dalam memecahkan permasalahan pada aplikasi sejenis yang sudah ada. Metode perancangan yang digunakan terdiri atas perancangan sistem dan perancangan layar. Hasil yang dicapai dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi web Generator yang dibutuhkan pengguna dalam membuat aplikasi e-commerce. Simpulan yang dapat ditarik adalah aplikasi online berbasis web yang menyediakan fitur mudah untuk membuat suatu website pada bidang e-commerce. Aplikasi E-commerce Generator yang dirancang dapat memenuhi kebutuhan para pengguna yang menginginkan aplikasi e-commerce dan dapat dibuat dengan proses yang sangat singkat.

**Kata kunci** : Perancangan, Aplikasi web, Web generator, E-commerce

## I. PENDAHULUAN

Di jaman globalisasi saat ini, perkembangan teknologi informasi sangat berperan penting dalam kehidupan manusia. Seiring dengan perkembangan teknologi informasi yang semakin maju, maka dibutuhkanlah suatu sistem yang dapat memudahkan proses transaksi penjualan. Metode manual seperti transaksi secara langsung antara pembeli dan penjual pada zaman sekarang bisa dikatakan kurang efektif, terutama untuk pembelian yang dilakukan oleh konsumen di luar kota.

Dalam dunia bisnis, satu hal yang ditekankan ialah konsumen merupakan raja karena konsumen adalah

salah satu faktor yang sangat penting untuk menentukan keberhasilan suatu bisnis. Untuk itu, produsen harus melakukan dan memberikan yang terbaik kepada konsumen agar kepuasan konsumen dapat terpenuhi.

Banyak cara yang dapat ditempuh oleh produsen dalam memperkenalkan produknya, salah satunya ialah dengan menggunakan internet. Internet media yang paling baik untuk melakukan promosi dalam penawaran produk dan pertukaran informasi. Dengan perkembangan *internet*, berkembang pula *e-commerce*. Yaitu pelayanan elektronik perdagangan uang meliputi pembelian penjualan penyebaran pemasaran barang dan jasa melalui sistem elektronik.

Mengingat pentingnya peranan *e-commerce* dalam perkembangan teknologi informasi khususnya dalam bidang jual beli, maka dibutuhkan *web* yang mendukung terciptanya keselarasan antara produsen dan konsumen dalam dunia maya. Untuk itulah penulis menciptakan *web e-commerce generator*. *Web* ini nantinya dapat menyediakan berbagai desain didalamnya, termasuk pemilihan *template* sehingga *web* yang akan dibentuk nantinya dapat dikondisikan dengan keinginan dan kebutuhan pengguna.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu *web* aplikasi generator secara *online* dengan memberikan berbagai macam desain *template* yang dapat diubah kontennya sesuai keinginan *user*. Memberikan visual sebuah hasil rancangan aplikasi *web* generator. Memudahkan pengguna mengembangkan aplikasi *e-commerce* secara *online*. Adapun manfaat-manfaat yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Pengguna dapat membuat aplikasi *web* sendiri yang dapat diterapkan pada bidang *e-commerce*.
2. Memudahkan pengguna memodifikasi desain dari aplikasi *web* yang akan dibuat.
3. Sebagai sarana belajar perancangan aplikasi *web* untuk membuat *e-commerce* secara *online*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. WWW(World Wide Web)

Menurut Bullock, *World wide web* adalah sistem yang saling berkaitan antar dokumen *hypertext* yang diakses melalui internet dengan menggunakan *web browser*, kita dapat melihat halaman *web* yang dapat berisikan teks, gambar, video, dan multimedia lainnya dan dapat dihubungkan dengan menggunakan *hyperlink* [3].

Offutt, Jeff. dan wu, ye, sebuah situs *web* adalah koleksi halaman *web* dan terkait elemen perangkat lunak secara semantik oleh konten dan sintaksis melalui *link* dan mekanisme kontrol lainnya [5]. *Web* statis merupakan *web* yang sama untuk semua pengguna, dan biasanya disimpan sebagai *file HTML* pada *server*. *Web* dinamis merupakan halaman *web* yang dibuat untuk memenuhi permintaan pengguna, dan isinya terstruktur ditentukan oleh *input* pengguna.

### B. Web Browser

Surhone et al., *web browser* merupakan suatu aplikasi perangkat lunak yang berfungsi untuk mengambil, menampilkan, dan mentransfer sumber-sumber informasi diidentifikasi oleh *Uniform Resources Identifier (URI)* dan mungkin dalam bentuk halaman *web*, gambar, video, atau dalam bentuk lainnya[9]. *Hyperlink* berguna untuk memungkinkan *user* lebih mudah melakukan navigasi *browser* mereka ke sumber daya yang terkait .

Walaupun fungsi utama *browser* untuk mengakses *World Wide Web*, *browser* juga dapat digunakan mengakses informasi yang disediakan oleh *web server* dalam jaringan pribadi atau dokumen dalam *file system*. Beberapa *web browser* utama yang dikenal sekarang ini antara lain Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, Opera, Google Chrome dan lainnya.

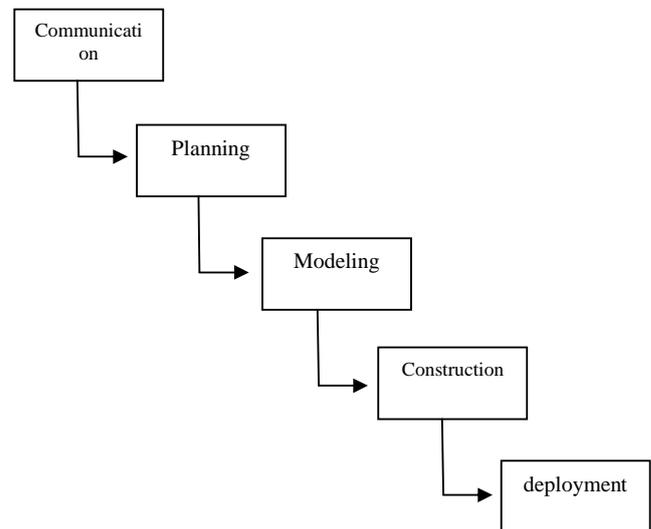
### C. Interaksi Manusia dan Komputer

Shneiderman, tujuan penting bagi desainer adalah *user interface* yang konsisten. Bagaimanapun definisi dari konsistensi sendiri sulit dipahami dan memiliki banyak tingkatan yang terkadang saling bertabrakan. Argumen untuk konsistensi adalah bahwa bahasa perintah atau serangkaian tindakan harus terurut, dapat diprediksi, dan dapat dipeneliti oleh beberapa aturan, oleh karena itu mudah untuk dipelajari dan dikuasai [7].

Shneiderman, mengemukakan 8 aturan yang dapat digunakan sebagai petunjuk dasar yang terbaik untuk merancang suatu *user interface*. Delapan aturan ini disebut dengan *Eight Golden Rules of Interface Design*, yaitu : Konsistensi, Memungkinkan pengguna untuk menggunakan *shortcut*, Memberikan umpan balik yang informative, Merancang dialog untuk menghasilkan suatu penutupan, Memberikan penanganan kesalahan yang sederhana, Mudah kembali ke tindakan sebelumnya, Mendukung tempat pengendalian internal, Mengurangi beban ingatan jangka pendek [7].

### D. Paradigma Perangkat lunak Waterfall Model

Pressman Roger, Model waterfall, disebut juga dengan *classic life cycle*, mengusulkan pendekatan secara sistematis dan *sequential* untuk pengembangan perangkat lunak yang dimulai dengan spesifikasi kebutuhan pengguna, perencanaan, permodelan, konstruksi, dan penyebaran, mencapai puncaknya pada dukungan terus menerus menjadi piranti lunak yang lengkap [6].



Gambar 1. Model Waterfall

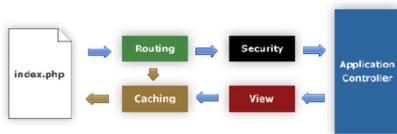
### E. E-commerce

Menurut Kalakota dan Whinston, Tergantung dari pandangan orang, *electronic commerce* memiliki definisi yang berbeda.

- Dari perspektif komunikasi, *electronic commerce* adalah pengiriman informasi, produk atau jasa, atau pembayaran melalui jalur telepon, jaringan komputer, atau yang lainnya.
- Dari perspektif proses bisnis, *electronic commerce* adalah aplikasi dari teknologi yang mengarah ke otomatisasi dari transaksi bisnis dan tahapan kerja.
- Dari perspektif servis, *electronic commerce* adalah alat yang menunjukkan keinginan dari perusahaan, konsumen, dan manajemen untuk menghemat biaya operasional akan tetapi tetap meningkatkan kualitas dari produk tersebut dan kecepatan dari pengiriman barang.
- Dari perspektif *online*, *electronic commerce* menyediakan kemampuan dari pembelian dan penjualan produk dan informasi melalui internet dan jasa *online* lainnya[4].

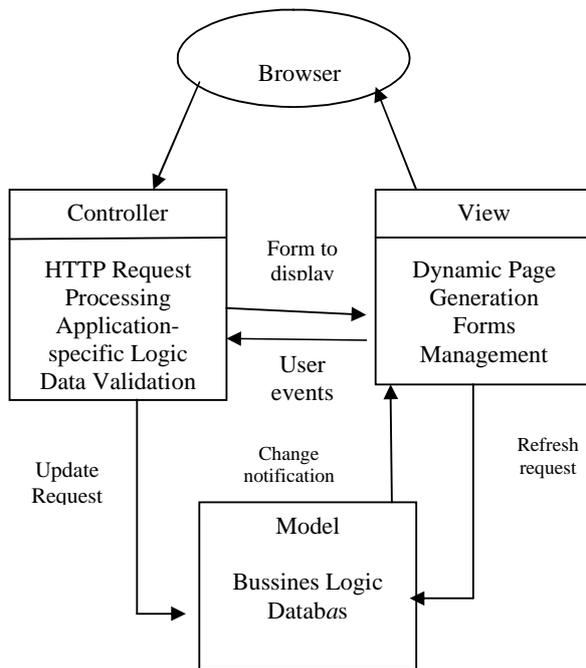
### F. Codeigniter

Menurut Awam Pribadi Basuki, *codeigniter* adalah sebuah *framework PHP* yang dapat membantu mempercepat *developer* dalam pengembangan aplikasi *web* berbasis *PHP* dibandingkan jika menulis semua kode program [1].



Gambar 2 Skema Model Codeigniter

Menurut Ian Sommerville, MVC merupakan sistem memiliki tiga komponen logika yang saling berinteraksi satu sama lain [8]. Komponen model mengatur sistem data dan asosiasi operasi data. Komponen view mengatur tampilan tatap muka pada user. Komponen controller mengatur interaksi antara komponen model dan view..



Gambar 3 Skema Model View Controller (MVC)

Penjelasan tentang MVC untuk lebih mudah memahami dapat dilihat pada gambar diatas, yang terdiri dari tiga hal yang meliputi Model yang menjelaskan Bisnis logic perancangan basis data, View menjelaskan tampilan halaman pada user interface dan Controller Permintaan Proses spesifikasi aplikasi logik dan validasi data .

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan pada penulisan penelitian ini meliputi metode analisis dan metode perancangan :

#### 1. Metode analisis

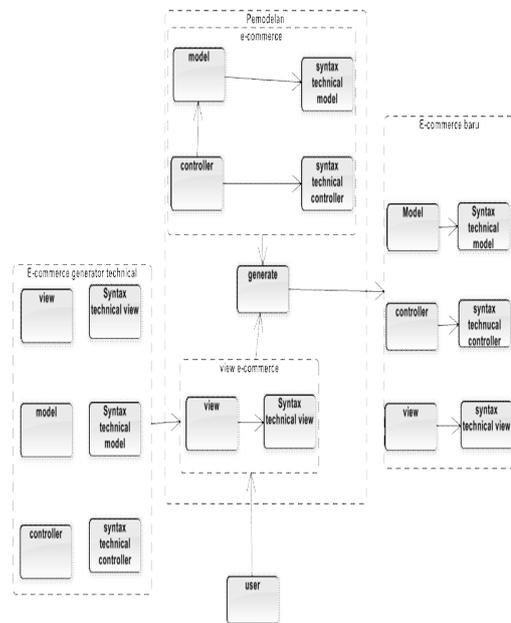
Pada tahap metode analisis ini, dilakukan analisis user yang meliputi studi literatur dengan mengumpulkan

data-data yang berasal dari jurnal penulisan yang berkaitan dengan perancangan aplikasi kami. Untuk memperkuat analisis user, dilakukan studi lapangan dengan menyebarkan kuesioner untuk memperoleh user requirement dan observasi dengan membandingkan website sejenis untuk dapat menganalisis keunggulan beserta kelemahan web sejenis tersebut. Observasi ini dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi yang kami rancang sudah dapat bermanfaat dalam memecahkan permasalahan pada aplikasi sejenis yang sudah ada.

#### 2. Metode perancangan

Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem dan perancangan layar. Perancangan sistem meliputi UML, yaitu class diagram, use case diagram, use case specification, use case scenario, sequence diagram, dan activity diagram. Perancangan layar meliputi tampilan rancangan tiap layar yang akan tampil dalam e-commerce generator.

#### G. Metode Perancangan



Gambar 4 Skema sistem e-commerce generator

Skema diatas merupakan bentuk dasar pembentukan e-commerce generator. e-commerce generator akan terfokus pada bagian view. Kinerjanya adalah satu unit e-commerce (e-commerce generator technical) akan dibentuk terlebih dahulu, lalu model dan controller e-commerce tersebut akan disimpan dalam sistem, sehingga hanya view e-commerce yang akan dibentuk secara dinamis didalam e-commerce generator. Setelah view dirancang dalam e-commerce generator, maka view e-commerce tersebut kemudian digabungkan bersama model dan controller e-commerce. Semua itu selanjutnya masuk ke dalam tahap generate sehingga akan didapatkan hasil e-commerce yang baru.

#### IV. HASIL PEMBAHASAN

Hasil pembahasan yang didapat dari penelitian ini adalah rancangan software aplikasi untuk membantu pengguna yang akan membuat rancangan web yang bisa dihasilkan dari aplikasi web Generator ini, sedangkan untuk bisa menerapkan web Generator ini harus disediakan beberapa component yang meliputi sebagai berikut :

##### a. Server

Untuk dapat mengimplementasikan sistem ini kedalam server, dibutuhkan persyaratan dan langkah sebagai berikut:

##### - Web hosting

Web hosting adalah wadah yang diperlukan sebuah server untuk menyimpan halaman-halaman web beserta database web tersebut agar dapat terimplementasi secara online. Cara mendapatkan web hosting yang disarankan adalah dengan menggunakan web hosting yang berbayar. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah adanya gangguan technical error seperti server down yang biasa terjadi pada web hosting gratis.

##### - Upload

Langkah selanjutnya adalah proses mengupload setiap halaman dari web yang diimplementasikan sistem ini kedalam web hosting agar web ini nantinya dapat tampil secara online dan dapat diakses ke seluruh dunia.

##### b. Client

##### - Membuka browser pendukung

Client membutuhkan browser pendukung seperti Mozilla Firefox, Chrome, ataupun Internet Explorer yang telah terakses dengan internet sebelumnya.

##### - Menuliskan alamat web

Client kemudian menuliskan alamat web yang dituju pada browser tersebut. Alamat web ini mengacu kepada alamat identitas web yang telah dipilih client sebelumnya pada saat melakukan hosting. Setelah menuliskan alamat web, halaman index akan muncul dan web ini siap digunakan.

Pada tampilan halaman awal Web Generator merupakan halaman pemilihan template dasar yang disediakan oleh e-commerce generator untuk user yang telah melakukan login. Member dapat dengan mudah memilih langsung template yang dibutuhkan dalam merancang e-commerce. Dalam hal ini web e-commerce generator menyediakan 2 buah pilihan template e-commerce. Ketika member mengklik salah satu dari template yang disediakan, sistem akan menampilkan preview gambar yang diperbesar. Di halaman ini terdapat beberapa kolom yang dapat diinput member berupa:

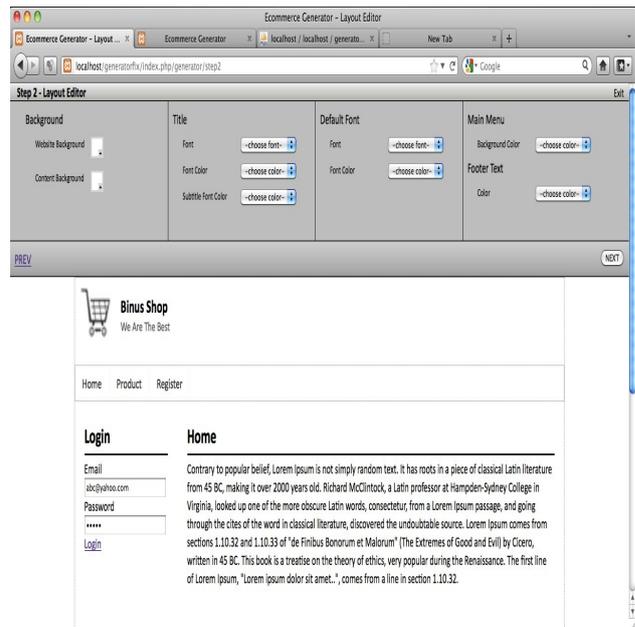
##### • Website Information

Pada kolom ini member dapat memasukkan nama website pada kolom "website name". Kolom "subtitle" tersedia untuk member sebagai tambahan keterangan untuk mendepelintikan nama website. Member dapat mengisi footer web page pada kolom footer text.

##### • Logo

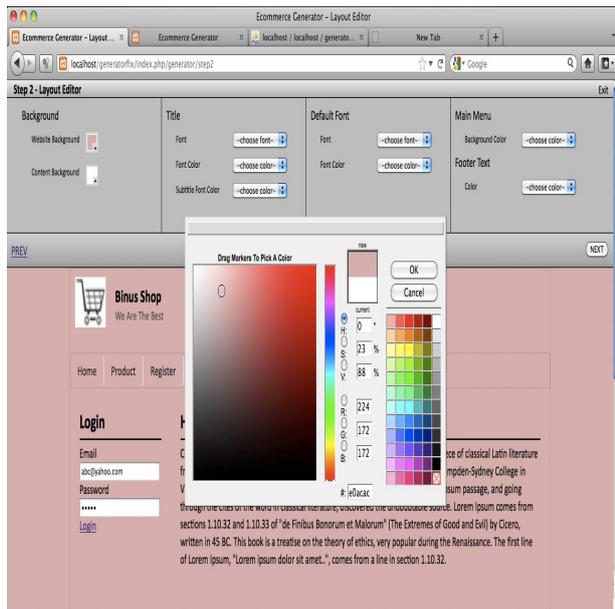
Kolom logo dapat diinput member untuk memberikan logo berupa gambar bertipe file JPG, PNG, BMP dengan mengklik tombol browse.

Terdapat 3 buah link yang ada di halaman ini, yaitu tombol "exit" "prev" dan "next". Tombol prev digunakan jika member ingin kembali ke halaman sebelumnya. Tombol next digunakan jika member telah selesai melakukan pemilihan template dan melangkah ke proses selanjutnya.



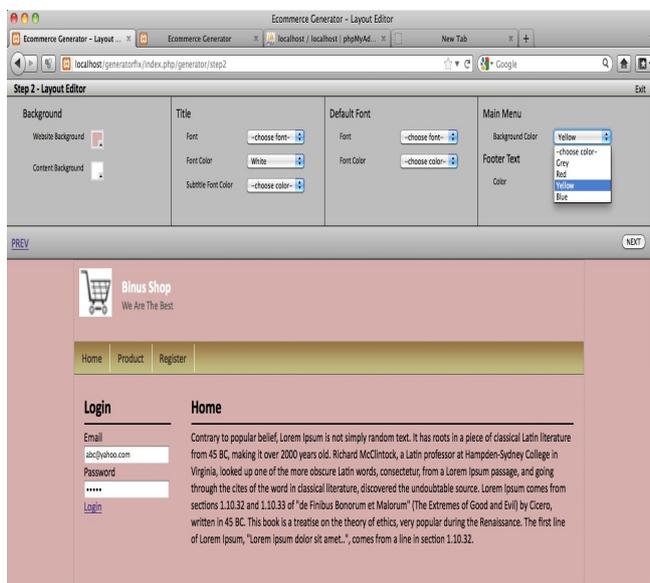
Gambar 5 Edit layout

Gambar 5 merupakan langkah kedua untuk mengubah tampilan template yang telah dipilih sebelumnya. Pada halaman ini tersedia 4 menu editor yang dapat digunakan yaitu, Background, Title, Default Font, dan Main Menu.



Gambar 6 Color picker

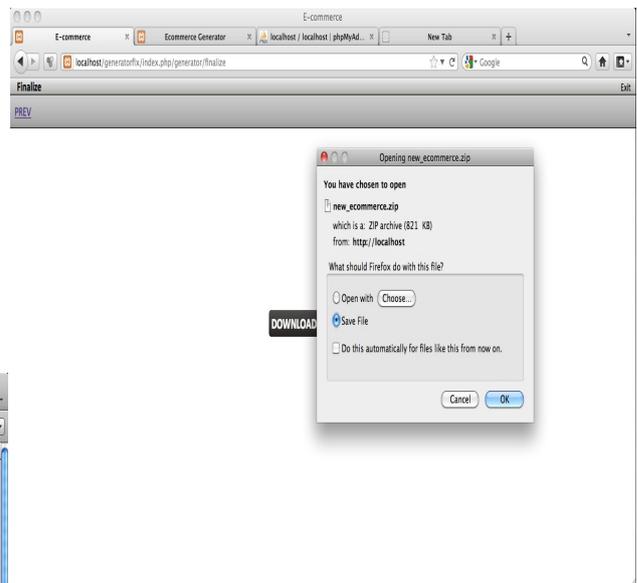
- **Background**  
 Menu editor *background* tersedia bagi *member* yang ingin merubah tampilan warna *background*. Terdapat pilihan “Website Background” dan “Content Background”. *Website background* digunakan untuk memilih warna *background* dasar. Untuk pemilihan warna *content*, *member* dapat mengubahnya melalui *content background* dan akan muncul dialog yang menampilkan *color picker*.



Gambar 7 Main Menu Color

- **Main Menu**  
 Berfungsi merubah tampilan warna latar belakang *main menu*.
- **Footer Text**  
 Berfungsi untuk merubah warna teks pada *footer*.  
*Font* yang disediakan oleh sistem adalah: *Arial, Comic Sans MS, Calibri, Courier New, Georgia, Platino Linotype, Tahoma, Times New Roman, dan Verdana*.  
 Terdapat 3 buah *link* yang ada di halaman ini, yaitu tombol “*exit*” “*prev*” dan “*next*”. Tombol *prev* digunakan jika *member* ingin kembali ke halaman sebelumnya. Tombol *next* digunakan jika *member* telah selesai melakukan pemilihan *template* dan melangkah ke proses selanjutnya.

Untuk mendapatkan file dari Disain web yang diinginkan ditampilkan dalam pesan untuk mendownload, pada pesan penutup “Click Ok to download your website”. Selanjutnya pada halaman aplikasi ini menampilkan *button OK* untuk memproses pengunduhan *website* kedalam bentuk *zip*.



Gambar 8 Download

Gambar 8 adalah proses pengunduhan *e-commerce*. *Member* dapat membuka *file* terlebih dahulu sebelum melakukan penyimpanan *file* dengan memilih *open with* atau menyimpan *file* pada tempat penyimpanan yang sudah ditentukan oleh *browser*.

Dari hasil analisa dan perancangan yang dilakukan dalam penelitian ini di peroleh hasil rancangan yang berupa rancangan layar dari suatu aplikasi *e-commerce Generator* yang dapat di gunakan oleh user dalam membuat website baru untuk kepentingan aplikasi *e-commerce*. Rancangan aplikasi yang dihasilkan memiliki beberapa kemudahan dan kelebihan dalam penggunaan,

adapaun kelebihan hasil rancangan ini apabila di bandingkan dengan aplikasi yang sudah ada di pasaran adalah sebagai berikut:

**Tabel 1** Perbandingan *web* sejenis 2

Fitur	Zyweb.com ( <i>trial version</i> )	Webjadi.com	<i>e-commerce</i> generator
Pilih <i>template</i>	Ada	Ada	Ada
Edit warna <i>template</i>	Ada	Ada	Ada
Edit warna <i>header</i>	Ada	Ada	Ada
Edit warna <i>footer</i>	Ada	Ada	Ada
Edit warna konten	Ada	Ada	Ada
Edit Huruf	Ada	Ada	Ada
<i>Upload gambar</i>	Ada	Ada	Ada
<i>Shopping chart</i>	Tidak	Ada	Ada
<i>Generate code</i>	Tidak	Tidak	Ada

Tabel diatas merupakan hasil perbandingan *web* sejenis, antara Zyweb.com, Webjadi.com dan *e-commerce* generator. Pada umumnya *e-commerce* generator sudah memiliki fitur-fitur yang ada pada 2 *web* yang sejenis tersebut. Namun difitur *generate code* hanya ada pada sistem *e-commerce* generator. Oleh karena itu *e-commerce* generator memiliki keunggulan dalam hal *generate code*.

## V. SIMPULAN

Simpulan yang dapat diperoleh dari analisis, implementasi dan evaluasi *e-commerce* generator adalah sebagai berikut :

- Web Generator* memberikan kemudahan bagi para pengguna dalam membuat *website* pada bidang *e-commerce*.
- Web Generator* menyajikan sistem pembuatan *e-commerce* yang mudah dimengerti oleh pengguna.
- Dengan adanya *e-commerce* generator, maka terbuka kesempatan yang sangat luas bagi pengguna untuk membuat *e-commerce* secara *online*.
- Sebagai sarana belajar dalam pembuatan aplikasi *online* berbasis *web* dan *e-commerce*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, Awan Pribadi, “*Membangun Web Berbasis PHP Dengan Framework Codeigniter*” (Edisi pertama). Yogyakarta: Penerbit Lokomedia, 2010.
- Bentley, L. D., & Whitten, J. L. “*Systems Analysis & Design for the Global Enterprise*” (7<sup>th</sup> Edition). New York: McGraw-Hill Companies, Inc, 2010.
- Bullock, Linda. “*The World Wide Web*” (1<sup>st</sup> Edition). Vaughn: Raintree Steck, 2003.
- Kalakota, Ravi., dan Whinston, Andrew. B. “*Electronic Commerce : A Manager's Guide*” USA: Addison-Wesley, 1997.
- Offutt, Jeff. dan Wu, Ye. ”Modelling Presentation Layers of Web Applications for Testing. *Software System Model*” 9, 257-280. 2009.
- Pressman, R. S. “*Software engineering: a practitioner's approach*” (6<sup>th</sup> Edition). New York: McGraw-Hill, 2005.
- Sheiderman, Ben. “*Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interactive*”. (4<sup>th</sup> Edition). Massachusetts: Addison-Wesley, 2003.
- Sommerville Ian, ”Software Engineering” 9th edition. Pearson. USA. ISBN: 978-0-13-705346-9., 2010.
- Surhone, Lambert M., Timpledon, Miriam T., dan Marseken, Susan F., “*WebBrowser: Application Software, World Wide Web, Uniform Resource Identifier, Web Page, Hyperlink*” (1<sup>st</sup> Edition). Mauritius: Betascript Publishers, 2009.

# Kajian Pengembangan dan Pengukuran E-Development Berbasis Free Open Source Software

Syaeful Karim  
BPPT- Jakarta  
syaefulk@yahoo.com

**Abstract** : Bank Dunia pada tahun 2000an mendefinisikan pemanfaatan dan pembangunan yang berkaitan dengan penggunaan teknologi informasi dan komunikasi dengan *e-development*. *E-development* memiliki lima elemen yang saling berkaitan meliputi; i) *e-leaderships* beserta kebijakan-kebijakan dan penataan kelembagaan, infrastruktur informasi dan komunikasi, *e-government*, *e-society*, serta industri TIK dan *e-business*. *E-development* berbasis FOSS dalam membangun jaringan informasi dan komunikasi antar pelaku pembangunan di daerah untuk mendukung Sistem Inovasi Daerah (SID). Selain itu juga dalam makalah ini dilakukan pengukuran *e-development* di beberapa daerah di Indonesia.

**Kata Kunci** : *e-development*, *e-government*, *e-society*, *e-business*, Sistem Inovasi Daerah (SID)

## I. PENDAHULUAN

Teknologi informasi dan komunikasi atau ICT (*information and communication technology*) sangat diakui berpotensi menjadi senjata ampuh untuk memerangi kemiskinan dunia, dengan kemampuan menyediakan peluang yang belum ada sebelumnya bagi negara-negara berkembang untuk memenuhi tujuan-tujuan pembangunan yang penting seperti pengurangan kemiskinan, layanan kesehatan dasar dan pendidikan, secara jauh lebih efektif dibandingkan sebelumnya. Negara-negara yang berhasil memanfaatkan potensi teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang dimilikinya berpeluang untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi, meningkatkan kesejahteraan rakyat secara dramatis, dan memperkuat praktek-praktek pemerintahan yang baik.

Organisasi internasional seperti Bank Pembangunan Asia (*Asian Development Bank*) melihat bahwa TIK merupakan kekuatan ampuh dalam membentuk pembangunan sosial dan ekonomi di wilayah Asia dan Pasifik. Oleh karena itu, ADB memiliki program-program untuk membantu negara-negara berkembang yang menjadi anggotanya guna memperoleh manfaat dari peluang-peluang baru yang diciptakan oleh TIK dan bersedia membantu menjembatani pembagian ruang (*dividend*) digital yang meningkat dan memanfaatkan pembagian ruang digital di dalam dan diantara negara-negara anggotanya, sejalan

dengan *Okinawa Charter* negara G8 tentang Masyarakat Informasi Global. Negara-negara anggota harus menggunakan hasil dari TIK untuk mempercepat pembangunan sosial dan ekonomi, meningkatkan pemerintahan, dan secara umum mendukung perang terhadap kemiskinan.

Bank Dunia pada tahun 2000an mendefinisikan pemanfaatan dan pembangunan yang berkaitan dengan penggunaan teknologi informasi dan komunikasi dengan *e-development*. *E-development* memiliki lima elemen yang saling berkaitan meliputi; *e-leaderships* beserta kebijakan-kebijakan dan penataan kelembagaan, infrastruktur informasi dan komunikasi, *e-government*, *e-society*, serta industri TIK dan *e-business*.

Di Indonesia, upaya-upaya pengembangan *e-development* telah dilakukan meskipun terbatas baru di beberapa bidang saja. Di tingkat daerah, *e-development* telah dikembangkan di beberapa daerah. Pengembangan *e-development* ini mendapat dukungan dan bantuan dari instansi-instansi pemerintah terkait seperti Kementerian Informasi dan Komunikasi, Kementrian Negara Riset dan Teknologi, dan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Melalui berbagai upaya dan kesungguhan dari pemerintah daerah, diharapkan pengembangan *e-development* dapat terus dilakukan dan memberikan hasil yang memuaskan.

Makalah ini menjelaskan hasil kajian pengembangan dan pengukuran *e-development* di beberapa daerah di Indonesia yaitu : di kota Surakarta, kota Pekalongan, Kabupaten Tegal dan Kota Tegal.

## II. METODOLOGI

Metodologi terdiri dari sumber data, metode penelitian, dan tahapan penelitian.

### A. Sumber Data

Data yang digunakan berupa data sekunder dan data primer

- Data sekunder berupa: kebijakan-kebijakan teknologi informasi dan komunikasi
- Data Primer berupa data yang diperoleh dengan

melakukan survei pengembangan e-development dan menggali langsung dari para stakeholder kebijakan *e-development* untuk SID di daerah seperti Pemerintah Daerah, Perguruan Tinggi, dan Industri.

### B. Metode Penelitian

Pengembangan *e-development* berbasis FOSS mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan yang dapat dianalisis dengan menggunakan pendekatan SWOT (*Strength, Weaknesses, Opportunity, Threat*).

Sedangkan untuk menganalisis penguatan jaringan informasi dan komunikasi antar aktor inovasi di daerah dilakukan analisis kesenjangan (*Gap Analysis*).

#### Metode pengumpulan data

- Studi pustaka, terutama untuk menggali data sekunder dan informasi-informasi yang berkaitan dengan *e-development* dan SID.
- Wawancara, digunakan untuk menggali langsung tanggapan masyarakat terhadap pengembangan *e-development* berbasis FOSS. Wawancara dilakukan terhadap pembuat kebijakan di instansi pemerintah, akademisi, pelaku industri dan masyarakat umum.
- *Round Table Discussion (RTD)*, digunakan untuk membahas dan menggali bagaimana pandangan para stakeholder (pemerintah, akademisi dan pelaku industri) terhadap upaya pemanfaatan FOSS untuk mendukung Sistem Inovasi Daerah.

### B. Rincian Tahapan

Kegiatan kajian *e-development* berbasis FOSS untuk menunjang SID dilaksanakan dengan tahap pelaksanaan kegiatan sebagai berikut dibawah ini:

- Tahap 1. Spesifikasi masalah berupa eksplorasi terhadap permasalahan pemanfaatan FOSS dalam *e-development*. Eksplorasi permasalahan ini dilakukan melalui studi pustaka dan diskusi dengan stakeholder terkait.
- Tahap 2. Penelusuran literatur mengenai program FOSS dan SID secara umum. Dengan menggunakan data dan literatur sebelumnya, maka dilakukan penelusuran mengenai berbagai kebijakan *e-development* yang telah dikeluarkan pemerintah.
- Tahap 3. Analisis kebijakan e-development berbasis FOSS untuk SID. Dengan menggunakan data dan literatur mengenai kebijakan *e-development* yang dikeluarkan oleh pemerintah dan tuntutan para stakeholder lainnya, maka dilakukan analisis kebijakan *e-development* berbasis FOSS sebagai upaya untuk mengetahui kebijakan teknologi informasi dan komunikasi di daerah.
- Tahap 4. Analisis kelayakan e-development berbasis FOSS untuk SID dengan memperhatikan studi literatur maka dilakukan kajian kelayakan penggunaan FOSS dalam *e-development*. Data kelayakan kemudian dianalisis. Analisis ini digunakan sebagai dasar dalam mengembangkan penggunaan FOSS dalam *e-development* untuk mendukung SID.

## III. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kerangka Kerja E-Development

*E-development* terdiri dari elemen-elemen kunci yang saling berkaitan, yaitu kebijakan dan lingkungan kelembagaan yang mendukung, infrastruktur informasi yang dapat diwujudkan dan kompetitif, industri TIK yang inovatif dan kompetitif dengan kompetensi teknologi inti, pendidikan pengetahuan elektronik dan teknis yang luas, program investasi yang saling berkaitan untuk menerapkan TIK dalam modernisasi sektor publik, dan insentif untuk mendorong penggunaan TIK yang efektif bagi pengembangan sektor swasta dan pemberdayaan masyarakat sipil [1]. Gambar 1 di bawah ini memperlihatkan kaitan antar elemen-elemen tersebut.



Gambar 1. Kerangka Strategi/Kerja E-Development

Secara keseluruhan, pilar-pilar *e-development* mencakup paket yang terdiri dari kebijakan, investasi dan institusi yang memungkinkan suatu perekonomian menggunakan TIK sebagai daya ungkit bagi pembangunan ekonomi dan sosial secara keseluruhan [2]. Di pusat *e-development* adalah *e-leader* dan lembaga *e-leadership* – individu, jaringan dan institusi yang mengembangkan visi-misi masyarakat pengetahuan, menyusun kebijakan dan prioritas, membentuk konsensus nasional tentang pembaharuan, dan mengkoordinasikan dan mensinergikan berbagai komponen *e-development*.

Visi holistik *e-development* menekankan pada sinergi diantara elemen-elemen ini. Komponen-komponen *e-development* ini saling ketergantungan dalam banyak hal. Bila dikoordinir dan disusun dengan tepat, program-program yang mencakup pilar-pilar ini dapat menghasilkan sinergi dan mendorong terjadinya dampak pengembangan substansial dan perubahan ekonomi. Contohnya, jasa-jasa pemerintah tidak dapat diteruskan lebih jauh tanpa adanya keterhubungan, yang memadai, saluran penyampaian, dan akses yang terjangkau ke TIK seperti melalui telecenter. Sebaliknya, telecenter tidak akan memperoleh pendanaan yang cukup tanpa adanya pendapatan dari penyampaian layanan konten lokal dan *e-government* yang menarik dan relevan. Program-program *e-society* juga dapat lebih meningkatkan pengembangan kandungan lokal dan kemampuan lokal untuk melakukan inovasi dan menggunakan TIK dalam memecahkan masalah-masalah masyarakat lokal; hal ini kemudian dapat memperbesar

permintaan dan membuat investasi dalam keterhubungan pedesaan dan *telecenter* semakin layak. Lama kelamaan, lembaga-lembaga *e-leadership* harus mampu mengidentifikasi lebih banyak lagi sinergi diantara semua komponen, dan diantara aplikasi-aplikasi dalam *e-government*, *e-business*, dan *e-society*.

Kasus saling ketergantungan atau penghubungan simpul-simpul ini semakin besar di negara-negara berkembang. Di negara-negara ini, *e-government*, contohnya saja, tergantung pada banyak elemen masyarakat informasi atau program-program *e-development*. *E-government* tidak dapat berjalan lebih jauh tanpa penyeimbangan atau tindakan pada agenda *e-development* atau masyarakat informasi yang lebih besar. Penetrasi Internet dan keterhubungan yang terjangkau harus dipercepat agar *e-government* dan *e-business* tersedia bagi sebagian besar masyarakat dan perusahaan. Investasi *e-government* dapat menciptakan pasar domestik yang kompetitif dan peluang pembelajaran yang diperlukan untuk mengembangkan industri-industri TIK lokal, dan layanan software dan dukungan TIK tertentu. *E-government* dapat mempengaruhi – dan dipengaruhi oleh – tingkat sejauh mana TIK telah diadopsi oleh sektor swasta dan seberapa dalam transformasi *e-business* di perusahaan. Penggunaan layanan publik online juga sangat bergantung pada pengembangan pengetahuan digital dan budaya informasi. Pemerintah dapat berperan penting dalam membentuk semua saling ketergantungan ini – khususnya ketika bertindak dalam kerjasama dengan sektor swasta dan masyarakat sipil.

Sejumlah negara telah menggunakan terminologi seperti Perekonomian Berbasis Pengetahuan atau Masyarakat Informasi untuk membedakan dari Perekonomian *e-development* atau *digital economy*. Biasanya, Perekonomian Berbasis Pengetahuan mencakup empat pilar: rejim ekonomi dan kelembagaan, sistem pendidikan, sistem inovasi nasional dan infrastruktur untuk mendukung ekonomi berbasis pengetahuan. Masyarakat informasi mencakup elemen-elemen yang sama, tetapi mungkin dengan penekanan khusus pada inklusi sosial dan demokratisasi akses terhadap informasi.

#### A. Tahapan Pengembangan *E- Development* di Daerah

Tahapan pengembangan *e-development* di daerah dilakukan sebagai berikut :

1. Aktivitas awal, inisiatif / Prakarsa Pengembangan
  - **Inisiasi:** perlu ada concern dan kepeloporan (melalui diskusi wacana, presentasi, studi awal) untuk membangun minat dan partisipasi - diantara konstituen – yang diperlukan untuk melaksanakan prakarsa
  - **Eksplorasi/Kajian** (studi, pemetaan, diagnosis, diskusi) untuk melakukan kajian tentang: isu penting pembangun daerah; kinerja dan perkembangan TIK daerah (pengembangan dan pendayagunaan); infratraktur infokom dan infrastruktur ekonomi lainnya; ketersediaan dan pemanfaatan aplikasi; ketersediaan keakuratan, kemutakhiran dan akses terhadap data/informasi; interoperabilitas dan isu penting elemen dan keterkaitan antar elemen *e-*

*development* lain; potensi tematik *e-development* daerah; dan potensi spesifik lokal dan lainnya yang mendukung pembangunan daerah.

- **Pengembangan tim prakarsa** (persiapan agenda) yang meliputi: merekrut para pemimpin, pelopor dan pakar; mengidentifikasi prioritas dan bidang fokus; menganalisis prioritas; melibatkan partisipan untuk membangun konsensus; mengidentifikasi upaya (misalnya kebijakan/program) khusus yang dibutuhkan; dan merancang mekanisme tindak lanjut.
  - **Konsensus prakarsa** yang merupakan proses partisipatif untuk mencapai konsensus dan membangun komitmen bersama, serta implementasi awal tentang prakarsa *e-development* daerah sesuai dengan peran masing-masing, yang meliputi: mendorong prakarsa lokal; mendiskusikan kerangka tahapan pengembangan; merancang instrumen kebijakan dan program, menentukan prioritas program aksi; membangun/memperkuat kelembagaan (organisasi, mekanisme, termasuk model resource sharing dan keswadayaan untuk aktivitas yang disepakati); dan mendorong kesepakatan rencana tindak jangka pendek, termasuk jadwal pelaksanaannya, dan rencana tindak jangka menengah. Adanya kesepakatan rencana tindak jangka pendek dinilai penting untuk melakukan operasionalisasi secara realistis dan memelihara momentum kolaborasi.
2. Penyusunan Kerangka dan agenda pengembangan
    - **Kelembagaan kolaborasi dan struktur operasional:** pengembangan/penguatan kelembagaan sebagai solusi persoalan kelembagaan yang ada (diantisipasi akan muncul) – eksekutif, legislatif, pelaku bisnis, LPSM, lembaga donor, dan pihak non pemerintah lain; menghimpun stakeholder “penyediaan” dan stakeholder “pendayagunaan” TIK (termasuk lembaga pendukung ekonomi, baik publik maupun swasta) dalam kelompok kerja untuk mengidentifikasi tantangan utama dan prakarsa aksi dalam mengatasi persoalan bersama.
    - **Perumusan strategi dan implikasi kebijakan** dari grand strategy, kerangka dan instrumen kebijakan *e-development* daerah.
    - **Perencanaan aksi** terhadap isu penting dan spesifik, alternatif solusi yang merupakan prioritas rencana langkah pragmatis.
    - **Konsensus rencana** melalui proses partisipatif untuk mencapai konsensus dan membangun komitmen bersama, serta implementasi sesuai dengan prioritas dan peran masing-masing.
  3. Implementasi
    - **Mobilisasi sumber daya dan pelaksanaan aktivitas** melalui: pendayagunaan (dan pengembangan) sumber daya alam (dana, SDM, jaringan, dan sumber daya lain); pelaksanaan rencana aktivitas operasional

sesuai konsensus dan perkembangan (termasuk penguatan kelembagaan); pengembangan/penguatan kelembagaan sebagai solusi persoalan kelembagaan yang ada (diantisipasi akan muncul), di pihak eksekutif, legislatif, pelaku bisnis, LPSM, lembaga donor, pihak non-pemerintah lain.

- **Pencapaian milestone**, yaitu capaian-capaian penting yang dihasilkan seperti yang ditargetkan dan dijadwalkan.
  - **Pengelolaan sinergi** merupakan proses mengelola dan memperkuat komitmen, peran dan peningkatan kapasitas masing-masing pihak dan secara bersama, terutama berupa: penggalan/penentuan SDM, sumber dana dan sumber daya lain; pengelolaan tugas, SDM dan hubungan; pengelolaan keberterimaan, komitmen dan sinergi positif; pengamanan kesepakatan/persetujuan; peningkatan kapasitas.
4. Pemantauan, Evaluasi dan Perbaikan
- **Pengelolaan sumber daya, proses dan hasil** sejalan dengan tahapan dan elemen kolaborasi, serta evaluasi pelaksanaan dan rencana (termasuk output dan dampak), serta penyesuaian yang dianggap penting sejalan dengan perkembangan yang terjadi untuk perbaikan.
  - **Keseluruhan agenda sebagai proses iteratif**: dokumen rencana menjadi dokumen yang dipergunakan bagi tindakan; dokumen rencana merupakan dokumen yang “hidup” (*living document*), yang dapat dan perlu terus dimutakhirkan.
  - **Proses keseluruhan sebagai proses pembelajaran**, yaitu pengembangan kepemimpinan, peningkatan keterlibatan, dan perbaikan komunikasi multi pihak.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Pengembangan dan Pengukuran E-Development Kota Pekalongan

###### 1) Pengembangan E-Development

Hingga saat ini, beberapa prakarsa pengembangan E-Development telah dilaksanakan di Kota Pekalongan dengan hasil sementara seperti berikut :

- a) Pengembangan *E-leadership*, Penataan Kebijakan dan Kelembagaan, berupa :
- Pelaksanaan rangkaian seminar, workshop, dan diskusi tentang pengembangan dan pendayagunaan TIK dalam pembangunan daerah.
  - Penyusunan rencana strategis TIK Kota Pekalongan dan penggalan masukan untuk penataan kebijakan TIK di Kota Pekalongan.
  - Penetapan satuan kerja baru di lingkungan Pemkot Pekalongan.
  - Pengembangan IGOS Center Kota Pekalongan.
  - Apresiasi (dari Pemkot dan BPPT) terhadap organisasi yang menjadi pelopor dalam gerakan pengembangan dan pemanfaatan TIK

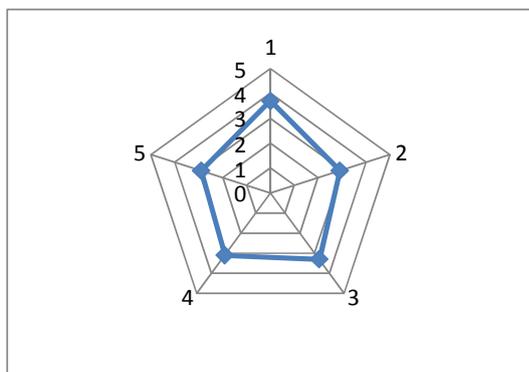
legal: STMIK Widya Pratama dan SMKN 2 Pekalongan.

- b) Pengembangan Infrastruktur Informasi dan Komunikasi Terpadu di Kota Pekalongan, berupa :
- Ditatanya prasarana dan sarana infokom di beberapa simpul jaringan dan sistem komunikasi di beberapa Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD), termasuk 4 kecamatan, dan 1 kelurahan percontohan. Jaring infokom terpadu yang akan dibangun ke depan adalah BatikNet.
  - Instalasi beberapa paket perangkat lunak untuk mendukung Sistem Informasi Manajemen Daerah, Kantor Maya (KANTAYA), dan SMS Center Kota Pekalongan.
  - Pelatihan administrasi jaringan.
  - Inisiasi penataan Jardiknas di Kota Pekalongan dan instalasi 5 server di sekolah percontohan.
  - Peluncuran Hot spot Mataram.
- c) Prakarsa Migrasi ke Penggunaan Perangkat Lunak Legal, berupa;
- TOT (*Training for the Trainers*) migrasi ke perangkat lunak legal.
  - Proses migrasi di beberapa SKPD, perguruan tinggi dan sekolah pelopor.
  - Pemkot Pekalongan beserta *stakeholder* setempat mendeklarasikan migrasi ke penggunaan perangkat lunak legal di lingkungan Pemkot (SKPD) beserta sekolah dan perguruan tinggi negeri. Pemkot Pekalongan merupakan Pemkot pertama di Indonesia yang mendeklarasikan migrasi ke penggunaan perangkat legal.
- d) Pengembangan *Telecenter* dalam rangka Perkuatan Klaster Industri Unggulan Daerah dan Pemberdayaan Masyarakat di Kota Pekalongan
- Workshop pengembangan *telecenter/multipurpose community telecenter*, sebagai suatu fasilitas pemberdayaan komunitas yang diperkuat dengan akses TIK.
  - Pelatihan penggunaan perangkat lunak legal dan murah berbasis FOSS (*Free/Open Source Software*), termasuk “Batik Fractal” untuk desain.
  - Pengembangan percontohan beberapa *telecenter* di Kota Pekalongan (lokasi, fasilitas dan sarana dasar, penyediaan paket/perangkat lunak pendukung, penataan jaringan lokal, akses internet). Empat *telecenter* mulai dikembangkan, yaitu: Telecenter Museum Batik Nusantara, Telecenter Grosir Batik, Telecenter Widya Pratama, dan Telecenter Pemberdayaan Perempuan, Anak dan Remaja.
  - Bantuan dan sumbangan perangkat komputer dan buku dari BPPT dan KNRT.
  - Sumbangan laptop dari swasta.
- e) Alih Pengetahuan/Teknologi kepada Masyarakat di Bidang TIK
- Pelatihan TIK kepada Kelompok Perempuan dan Pemuda.
  - Penyediaan akses kepada sumber pendidikan.

- f) Pengembangan Basisdata dan Indikator TIK Daerah
  - Sosialisasi dan pelatihan pengembangan basisdata dan indikator TIK dan indikator sensitif gender di Kota Pekalongan.
  - Penyiapan dan publikasi awal indikator TIK Kota Pekalongan.
- g) Peluncuran Produk TIK BPPT
  - Peluncuran kepada publik (*public release*) : *Rebundle Package* Produk TIK Berbasis FOSS (berisi paket SIMDA, KANTAYA, dan lainnya).
  - Peluncuran kepada publik (*public release*) produk baru TIK :
    - ILVC : IGOS Linux Voice Command – Linux yang dijalankan dengan suara
    - SIDoBI 1.4 : Sistem Ikhtisar Dokumen Berbahasa Indonesia.
    - Sukolix : Swauji Kompetensi Linux
    - Website/portaI untuk komunitas telecenter : [www.kriyamaya.or.id](http://www.kriyamaya.or.id)
    - Website/portaI untuk basisdata dan indikator TIK : [www.tikometer.or.id](http://www.tikometer.or.id)

## 2) Pengukuran E-Development di Kota Pekalongan

Hasil survey pengukuran pengembangan e-development di Kota Pekalongan dengan menggunakan kuesioner *DiagnoE-Dev* yang disebarakan kepada responden yang mewakili beberapa unsur dari akademisi, bisnis, dan pemerintah (ABG) memperlihatkan hasil sebagai berikut;



Gambar 2. Diagram Jaring E-Dev Kota Pekalongan

Diagram di atas menunjukkan bahwa responden menilai ke lima unsur *e-development* di kota Pekalongan cukup baik, bahkan penilaian untuk e-leadership, kelembagaan, dan kebijakan-kebijakan yang dikeluarkan oleh pimpinan daerah sudah baik dalam rangka pengembangan e-development di daerah tersebut.

Hasil di atas agaknya sesuai dengan kenyataan yang ada berdasarkan pengamatan lapangan bahwa peran pimpinan di wilayah kota Pekalongan berpengaruh cukup signifikan terhadap perkembangan ke empat elemen lainnya dalam kerangka pengembangan *e-development*.

## B. Pengembangan dan Pengukuran E-Development di Kota Surakarta

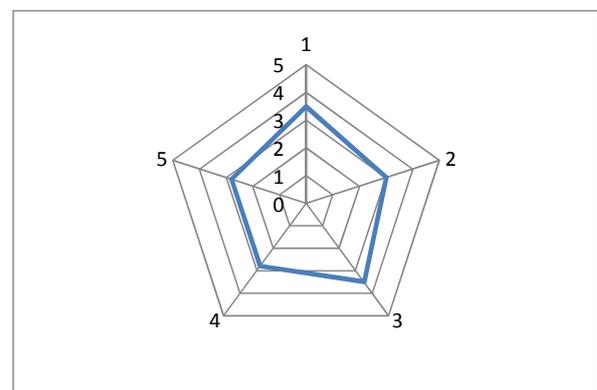
### 1) Pengembangan E-Development di Kota Surakarta

Prakarsa awal yang dilakukan oleh Pemerintah Kota Surakarta dalam upaya Pengembangan *e-development* meliputi :

- a) Pengembangan *e-leadership*, Penataan Kebijakan dan Kelembagaan, berupa :
  - Pelaksanaan rangkaian workshop, dan diskusi tentang pengembangan dan pendayagunaan TIK dalam pembangunan daerah.
  - Memulai percepatan proses migrasi ke penggunaan perangkat lunak (*software*) legal berbasis *Free Open Source Software* (FOSS).
  - Pembentukan SKPD untuk menangani masalah Teknologi Informasi dan Komunikasi.
- b) Pengembangan Infrastruktur Informasi dan Komunikasi Terpadu di Kota Surakarta, berupa :
  - Pengembangan jaringan yang terintegrasi yang meliputi kewilayahan dan Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD).
  - Penyediaan *hot spot* pada aera publik.
- c) Pengembangan *e-government*, berupa :
  - Pengembangan sistem informasi terpadu.
- d) Pengembangan *e-society*, berupa :
  - Pengembangan KTP multifungsi untuk akses layanan kesehatan, pendidikan, dan kependudukan.

### 2) Pengukuran E-Development di Kota Surakarta

Hasil survey pengukuran pengembangan e-development di Kota Surakarta dengan menggunakan kuesioner *DiagnoE-Dev* yang disebarakan kepada responden yang mewakili beberapa unsur dari akademisi, bisnis, dan pemerintah (ABG) memperlihatkan hasil sebagai berikut;



Gambar 3. Diagram Jaring E-Dev Kota Surakarta

Rata-rata penilaian responden terhadap elemen kerangka *e-development* pertama dan ke tiga yaitu *e-leadership* dan *e-government* lebih besar dibandingkan dengan ke tiga elemen lainnya yang agak rendah. Meskipun demikian penilaian tersebut relatif rendah dari angka ideal,

sedangkan untuk ke tiga elemen lainnya penilaian responden adalah di bawah rata-rata atau sangat rendah. Hal tersebut bisa dijelaskan bahwa peran pimpinan di Kota Surakarta terhadap perkembangan e-development belum optimal, ini bisa disebabkan ada prioritas lain di luar e-development yang menjadi perhatian utama pimpinan daerah pada saat ini.

### C. Pengembangan dan Pengukuran E-Development di Kabupaten Tegal

#### 1) Pengembangan E-Development di Kabupaten Tegal

Prakarsa awal yang dilakukan oleh Pemerintah Kabupaten Tegal dalam upaya pengembangan e-development meliputi :

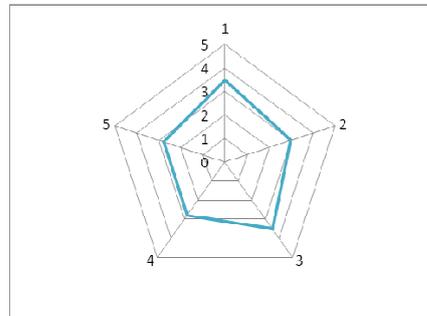
- a) Penguatan kelembagaan terkait dengan pengembangan e-development berbasis FOSS. Kelembagaan yang sudah ada yang menangani masalah Teknologi Komunikasi dan Informasi (yaitu Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika) dengan didampingi Konsultan Swasta akan bertindak sebagai koordinator dalam mengembangkan e-development di Kabupaten Tegal. Instansi dari Pusat yang akan ikut berkolaborasi antara lain terdiri dari : Kementerian Negara Riset dan Teknologi, Departemen Komunikasi dan Informatika, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- b) Pemerintah Kabupaten Tegal bekerjasama dengan Poltek PURABAYA Tegal melakukan audit fasilitas IT di lingkungan Bappeda dan Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika. Audit dilakukan untuk mengetahui kesiapan fasilitas terkait dengan proses migrasi. Audit juga dilakukan terhadap sumber daya manusia di lingkungan Bappeda dan Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika, supaya diketahui pengetahuan dan penguasaan komputer oleh sumber daya manusia di instansi tersebut.
- c) Migrasi ke FOSS di lingkungan pemerintah Kabupaten Tegal tidak serentak dilakukan pada seluruh SKPD. SKPD yang siap untuk melaksanakan migrasi menggunakan FOSS ada 2 yaitu Bappeda dan Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika. Dipilihnya dua instansi sebagai percontohan tersebut dengan harapan dengan adanya penerapan di dua instansi sebagai percontohan, diharapkan dapat diketahui kekurangan dan keuntungan dari penggunaan FOSS.
- d) Pembentukan pokja-pokja terkait dengan e-development. Pokja itu diantaranya,
  - Pokja e-society yang bertugas melakukan proses inisiasi telecenter.
  - Pokja e-government yang bertugas untuk melakukan audit informasi TIK di lingkungan SKPD Kabupaten Tegal, melakukan proses migrasi FOSS, dan pengumpulan database di lingkungan SKPD Kabupaten Tegal.
  - Pokja e-business, yang bertugas menginisiasi industri kreatif, dan melakukan pembentukan komunitas TIK.

Pokja-pokja ini ditetapkan dengan SK bupati, dan beranggotakan orang-orang yang memiliki kompetensi di bidangnya, sehingga diharapkan dengan dibentuknya pokja ini dapat memperlancar proses e-government di lingkungan SKPD Kabupaten Tegal.

- e) Penyusunan strategi dan agenda pengembangan e-development. Agenda ini antara lain : Pengembangan infrastruktur informasi dan komunikasi, Pengembangan Indonesia Goes Open Software (IGOS) center, Migrasi ke software legal berbasis FOSS, Pengembangan e-government, Pengembangan e-society, dan Pengembangan e-business.

#### 2) Pengukuran E-Development di Kabupaten Tegal

Hasil survey pengukuran pengembangan e-development di Kabupaten Tegal dengan menggunakan kuesioner *DiagnoE-Dev* yang disebarikan kepada responden yang mewakili beberapa unsur dari akademisi, bisnis, dan pemerintah (ABG) memperlihatkan hasil sebagai berikut;



Gambar 4. Diagram Jaring E-Dev Kabupaten Tegal

Hasil penilaian survei *DiagnoE-Dev* di Kabupaten Tegal menunjukkan angka yang cukup tinggi untuk keseluruhan elemen e-development, terutama penilaian terhadap elemen e-leadership dan kelembagaan. Hal ini menunjukkan bahwa peran pimpinan daerah untuk mengembangkan pemanfaatan TIK di wilayah ini sangat tinggi, terlihat dari prakarsa pimpinan terhadap pengembangan e-development misalnya penyelenggaraan seminar-seminar, pelatihan-pelatihan yang berkaitan dengan pemanfaatan TIK, serta penataan kelebagaannya. Selain itu, pembangunan infrastruktur untuk menunjang pemanfaatan TIK bagi fungsi pelayanan masyarakat dibangun sebagai prioritas utama.

### D. Pengembangan dan Pengukuran E-Development di Kota Tegal

#### 1) Pengembangan E-Development di Kota Tegal

Dibandingkan dengan wilayah/daerah lainnya, perkembangan e-development di Kota Tegal relatif masih jauh tertinggal. Meskipun Pemerintah Kota Tegal telah mencanangkan Kota Tegal sebagai "Cybercity" di Utara Pulau Jawa, slogan ini masih sebatas slogan saja. Pimpinan daerah baru pada taraf menyadari betapa pentingnya pemanfaatan TIK bagi pembangunan di wilayahnya, tetapi belum sepenuhnya didukung baik oleh kebijakan-kebijakan

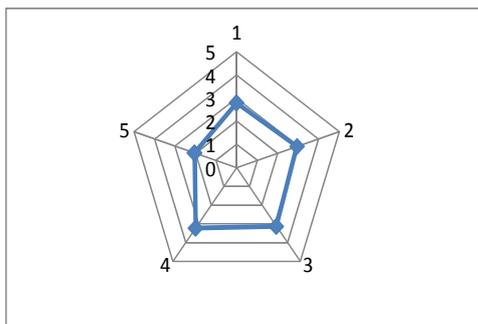
maupun pembangunan infrastruktur yang dapat menumbuhkembangkan perkembangan e-development.

Secara kelembagaan, penataan organisasi yang akan bertanggung jawab terhadap pembangunan *e-development* sudah dibentuk. Perencanaan IT Masterplan yang telah diselesaikan pada akhir tahun 2010. Selain itu, kemampuan SDM dalam bidang TIK masih harus ditambah baik dari sisi kuantitas maupun dari sisi kualitas.

Pembentukan komite Ad-hoc untuk mengawasi perkembangan *e-development* sangat dibutuhkan. Komisi ini dapat dibentuk dari unsur-unsur baik dari pemerintahan maupun swasta yang sudah ada yang berkepentingan dalam perkembangan pemanfaatan TIK untuk pembangunan daerah.

## 2) Pengukuran E-Development di Kota Tegal

Hasil survei pengukuran pengembangan e-development di Kota Tegal dengan menggunakan kuesioner *DiagnoE-Dev* yang disebarakan kepada responden yang mewakili beberapa unsur dari akademisi, bisnis, dan pemerintah (ABG) memperlihatkan hasil sebagai berikut;



Gambar 5. Diagram Jaring E-Dev Kota Tegal

Hasil penilaian responden bagi perkembangan *e-development* di Kota Tegal hampir menunjukkan keadaan yang sebenarnya. Penilaian responden terhadap lima elemen *e-development* adalah di bawah rata-rata kondisi baik.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

Analisis pengembangan *e-development* dilakukan dengan mengkaji hasil pengukuran pengembangan *e-development* (*DiagnoE-Dev*) dan hasil analisis kekuatan dan kelemahan (SWOT) pengembangan *e-development* di empat daerah kasus.

Pengukuran *e-development* di empat daerah memperlihatkan bahwa tidak ada satu daerahpun yang memiliki nilai sempurna (5) untuk tiap-tiap elemen *e-development*. Hal ini secara umum mengatakan bahwa pengembangan *e-development* di daerah tersebut masih jauh dari kondisi ideal yang seharusnya terbentuk bagi pengembangan *e-development* yang baik. Banyak hal yang masih harus diperbaiki guna mencapai pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi secara optimal agar pengembangan *e-development* di daerah tersebut berhasil. Khusus bagi elemen pertama yaitu e-leadership, Kebijakan dan Kelembagaan, agaknya elemen ini yang paling besar

perannya terhadap perkembangan *e-development* secara keseluruhan. Elemen ini dapat menjadi motor utama bagi terbentuknya ke empat elemen lainnya guna mendapatkan pengembangan *e-development* yang sempurna.

Hal-hal yang berkaitan dengan penggunaan FOSS bagi pengembangan *e-development* dilakukan dengan analisis SWOT. Dari hasil identifikasi kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman, terhadap aspek-aspek yang mempengaruhi pengembangan *e-development* di daerah, diperoleh hasil sebagai berikut:

- a) Kekuatan
  - Komitmen Kepala Daerah untuk mengembangkan *e-development*.
  - Adanya dukungan SDM untuk melakukan pendampingan pengembangan *e-development* berbasis FOSS.
  - Kemudahan untuk berkoordinasi dalam pengembangan *e-development*.
- b) Kelemahan
  - Keterbatasan pengetahuan SDM tentang TIK dalam melaksanakan *e-development* berbasis FOSS
  - Belum terbangunnya jaringan intranet yang menghubungkan antar SKPD di lingkungan Pemda
  - Komposisi aparat SKPD yang sebagian besar tidak lagi muda menjadi hambatan dalam penguasaan *Software Open Source*
- c) Peluang
  - Adanya dukungan dari berbagai instansi terkait di tingkat pusat (BPPT, KNRT, Kominfo) untuk mengembangkan *e-development* berbasis FOSS
  - Banyaknya komunitas yang mengembnagkan software open source sehingga dapat menjadi alternatif solusi atas masalah-masalah yang timbul dalam penggunaan FOSS
  - Adanya dorongan dari pemerintah pusat untuk menggunakan FOSS melalui berbagai kebijakan (mis. Peraturan SK Menpan No. SE/01/M.PAN/3.2009 tentang pemanfaatan perangkat lunak legal).
- d) Ancaman
  - Dikhawatirkan ketika OS sudah menjadi sempurna maka otoritas pemilik OS tersebut akan memberlakukan lisensi bagi pengguna.
  - Terjadinya kegagalan dalam implementasi FOSS akibat banyaknya kendala dalam pengoperasian FOSS oleh pengguna.
  - Adanya kemungkinan berbagai upaya dari produsen software berlisensi agar konsumen menggunakan produk mereka. (contoh : penjualan komputer yang sudah berisi software berlisensi).

Terhadap faktor-faktor tersebut diatas, dilakukan analisis untuk menentukan faktor kunci yang paling berpengaruh terhadap pengembangan e-development di daerah sebagai berikut:

- Komitmen Kepala Daerah untuk mengembangkan *e-development*.
- Keterbatasan pengetahuan SDM tentang TIK dalam melaksanakan *e-development* berbasis FOSS
- Adanya dorongan dari pemerintah pusat untuk menggunakan FOSS melalui berbagai kebijakan (mis. Peraturan SK Menpan No. SE/01/M.PAN/3.2009 tentang pemanfaatan perangkat lunak legal).
- Adanya kemungkinan berbagai upaya dari produsen software berlisensi agar konsumen menggunakan produk mereka. (contoh : Penjualan komputer yang sudah berisi software berlisensi).

Untuk mewujudkan terbangunnya *e-development* berbasis FOSS dan terselenggaranya program *e-development* di daerah perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Perlunya dibentuk semacam komite Ad-hoc untuk mengawasi perkembangan *e-development* daerah. Komisi tersebut dapat dibentuk dari unsur-unsur baik dari pemerintahan maupun swasta yang sudah ada yang berkepentingan dalam perkembangan pemanfaatan TIK untuk pembangunan daerah.
2. Dalam upaya penggunaan perangkat lunak (*software*) legal dan/atau FOSS, pimpinan daerah/wilayah perlu mengambil contoh prakarsa yang dilakukan pemerintah kota Pekalongan dalam hal pembuatan Surat Keputusan yang berkaitan dengan pengembangan *e-development* Daerah yang meliputi: i) Kewajiban Pemakaian dan Pemanfaatan Perangkat Lunak Legal dan FOSS di Lingkungan Pemerintah Kota Pekalongan, ii) Pembentukan Tim Migrasi Perangkat Lunak Legal Berbasis FOSS Pemerintah Kota Pekalongan, dan iii) Pembentukan Tim Migrasi Perangkat Lunak Legal Berbasis FOSS Kota Pekalongan.
3. Instruksi Kepala Daerah untuk menyelenggarakan pelatihan-pelatihan TIK berbasis FOSS bagi SDM daerah dengan memanfaatkan dukungan dari instansi-instansi terkait di Pusat.
4. Perekrutan pegawai baru disyaratkan memiliki pengetahuan dan keterampilan di bidang TIK yang memadai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nagy K. Hanna, "E-Leadership Institutions for the Knowledge Economy", Working Papers, World Bank Institute, Washington D.C., 2007.
- [2] Tatang A. Taufik, "IT GOVERNANCE : Kerangka Strategi E-Development sebagai Pendekatan untuk Mewujudkan Keterpaduan TIK dalam Pembangunan Daerah", Seminar Nasional Teknologi Informasi (SNTI), Universitas Tarumanegara, Jakarta, 25 Oktober 2008.
- [3] L. Abrahams and A. Goldstuck, "The State of E-Development in South Africa : A view from the end of the first decade of the 21st century", LINK Center, Johannesburg, July 2010
- [4] Asian Development Bank, "Toward E-Development in Asia and the Pasific", ADB, 2003
- [5] Asian and Pasific Centre for Transfer of Technology, A Framework for Technology for Development, Bangalore-India, 2003.
- [6] Nagy K. Hanna, "Transforming government and empowering communities the Sri Lankan experience with e-development" . Washington D.C.: World Bank, 2008.
- [7] Nagy K. Hanna, "From envisioning to designing e-development: the experience of Sri Lanka", Washington, DC: World Bank, 2007.

# Perancangan Model Basis Data dalam Mendukung Sistem Operasional pada perusahaan Jasa Konstruksi

Tanty Oktavia

School of Information System  
Universitas Bina Nusantara  
Jakarta, Indonesia

E-mail: tanty\_oktavia@yahoo.com

**Abstrak :** Peranan teknologi informasi dalam dunia industri telah menjadi aspek pendukung dalam operasional proses bisnis yang dilakukan. Banyak perusahaan yang mulai menyadari pentingnya teknologi informasi, bahkan beberapa pandangan dari para pelaku bisnis menganggap bahwa teknologi informasi merupakan suatu investasi yang cukup menjanjikan ke depannya yang dapat memberikan dampak positif terhadap perkembangan perusahaan. Seluruh proses yang dilakukan dalam suatu perusahaan, pastinya akan melibatkan data di dalamnya. Keberhasilan perusahaan dalam mengontrol dan mendayagunakan data akan menjadi salah satu faktor kritis dalam menentukan kesuksesan perusahaan tersebut. Peranan data saat ini bukan hanya sebagai bukti terjadinya transaksi dalam proses bisnis perusahaan, melainkan memiliki fungsi lain yang memberikan nilai lebih bagi perusahaan, salah satunya adalah sebagai fungsi strategis dimana data dapat digunakan sebagai alat untuk menganalisis kondisi perusahaan, sehingga dapat membantu pembuat keputusan dalam menentukan rencana strategi ke depannya. Alur metode perancangan yang dilakukan menggunakan konsep perancangan database lifecycle yang terbagi menjadi tiga tahapan utama, yaitu tahapan konseptual, logikal, dan fisik. Hasil yang dicapai pada penelitian ini adalah menghasilkan model database relasional yang dapat mendukung pelaksanaan operasional perusahaan jasa konstruksi.

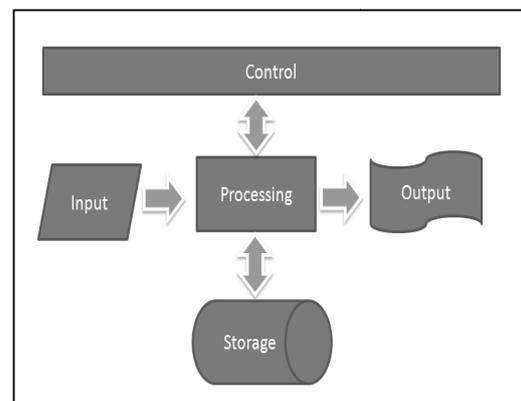
**Kata Kunci:** Perancangan, Database, Relasional, Database Lifecycle, Jasa Konstruksi

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi, sistem informasi telah mengubah pola pikir para pelaku bisnis dalam menentukan rencana strategi bagi perusahaan. Sistem Informasi merupakan salah satu sumber daya yang paling potensial dalam mendukung pelaksanaan proses bisnis dalam suatu perusahaan. Keberadaan sistem informasi menjadi trigger dalam peningkatan

efisiensi serta efektifitas dalam suatu perusahaan, dimana dengan adanya sistem informasi diyakini seluruh operasional dapat berjalan sesuai dengan prosedur dan ketentuan yang telah ditetapkan dalam perusahaan, sehingga dapat meminimalisir permasalahan yang mungkin terjadi dalam perusahaan. Dalam menjalankan suatu sistem informasi akan melibatkan beberapa operasional didalamnya. Operasional ini dikenal sebagai siklus pemrosesan informasi, yang terdiri dari [1] :

1. *Input* : kumpulan data yang akan diubah menjadi bentuk tertentu
2. *Processing* : manipulasi dan transformasi data
3. *Storage* : Penyimpanan data
4. *Output* : Hasil pemrosesan dalam pengubahan data menjadi bentuk yang dapat dipahami oleh user
5. *Control* : Pelaksanaan prosedur yang berlaku



Gambar 1. Siklus Pemrosesan Informasi

*Storage* menjadi komponen yang memiliki peranan yang cukup signifikan dalam siklus pemrosesan informasi, dimana seluruh *input* yang dimasukkan dalam proses akan diolah dan disimpan dalam *storage* tersebut. Pengaplikasian *storage* sebagai level internal di dalam suatu sistem informasi akan mendukung pelaksanaan proses yang berlangsung. Tanpa *storage*, semua hasil pemrosesan *input* tidak akan dapat diproses secara

maksimal. Oleh karena itu, banyak penelitian yang membahas mengenai pentingnya membangun *database* sebagai *storage* yang mendukung sistem informasi pada era komputasi modern [4], dimana saat ini *database* tidak lagi hanya berperan sebagai fungsi manajemen data, melainkan sebagai *core* dari sistem aplikasi, sistem operasi, bahkan dalam jaringan.

Definisi *database* mengacu pada teori yang dikembangkan [2] merupakan sekumpulan data dan deskripsi data yang berhubungan secara logikal yang dirancang guna memenuhi kebutuhan informasi dalam suatu organisasi. Pendayagunaan *database* dalam suatu organisasi tidak hanya melibatkan satu divisi, melainkan melibatkan seluruh divisi yang berada dalam perusahaan. Oleh karena itu, dibutuhkan kapasitas dari sisi *hardware* dan *software* yang cukup memadai agar dapat digunakan secara simultan oleh seluruh divisi dan pengguna yang berkepentingan dalam sistem yang dibangun.

Bentuk pengaplikasian *database* tentunya akan melibatkan penggunaan *Database Management System (DBMS)* di dalamnya. Pengertian DBMS sendiri merupakan sistem *software* yang memungkinkan pengguna untuk mendefinisikan, membuat, memaintain, dan mengontrol akses ke dalam *database*. Jenis DBMS yang dapat digunakan pun bervariasi dengan spesifikasi yang dapat dikombinasi sesuai dengan kebutuhan dalam suatu organisasi. Secara khusus, DBMS menyediakan beberapa fungsi fasilitas yang terbagi menjadi beberapa bagian, diantaranya :

- **Data Definition Language (DDL)**  
 Bahasa ini digunakan untuk membantu pengguna dalam menspesifikasikan tipe data, struktur, dan *constraint* pada data yang tersimpan dalam *database*. Dimana dengan pendefinisian DDL akan mempermudah dalam pendefinisian maupun modifikasi struktur dalam objek *database*.
- **Data Manipulation Language (DML)**  
 Tipe bahasa ini digunakan untuk memasukkan, mengubah, menghapus, dan menerima data yang tersimpan di dalam *database*, sehingga pengguna dapat melakukan perubahan data-data yang tersimpan sesuai dengan operasional yang dilakukan.
- **Kontrol Akses**  
 Dalam DBMS tersedia beberapa kontrol akses, seperti :
  - Sistem keamanan, yang digunakan untuk mengantisipasi pengguna yang tidak berkepentingan menerobos masuk ke dalam *database*
  - Sistem integritas, yang mengontrol konsistensi dari seluruh data yang

disimpan. Hal ini dilakukan dengan menyesuaikan aturan yang diberlakukan pada operasional perusahaan.

- Sistem kontrol konkurensi, yang memungkinkan dilakukannya akses data dalam *database* secara *shared*, tanpa mengganggu pengguna lain yang mengakses data yang sama.
- Sistem kontrol *recovery*, fungsi ini digunakan untuk mengembalikan status *database* ke kondisi awal jika terjadi kesalahan pada *hardware* maupun *software* yang digunakan.
- Katalog *User-accessible*, yang berisi deskripsi spesifikasi dari seluruh struktur dan data dalam *database* yang terbentuk.

Dalam tahap perancangan *database*, diperlukan pendefinisian data model yang digunakan untuk merepresentasikan objek dan *event* pada dunia nyata, dan asosiasinya [5]. Data model menyediakan konsep dasar dan notasi yang memungkinkan seorang *database designer* dan pengguna berkomunikasi secara akurat dan memahami data pada suatu organisasi. Komponen dari data model, terdiri dari tiga bagian, yaitu : struktural, *manipulative*, dan *integrity constraint*. Dimana masing-masing komponen tersebut saling berkolaborasi dalam menentukan struktur dari data model yang terbentuk. Jenis data model relasional dibentuk berdasarkan pada konsep relasi matematika, dimana penggambaran data dan *relationship* digambarkan sebagai tabel, yang memiliki kolom-kolom dengan nama yang unik. Bagaimanapun persepsi ini diterapkan hanya untuk struktur level logikal, eksternal dan konseptual pada arsitektur ANSI-SPARC, sedangkan pada level fisik, model relasional tidak dapat diterapkan karena bentuk struktur penyimpanan yang bervariasi. Berikut contoh pengimplementasian model relasional :

Karyawan					
NIK	Nama	Alamat	NoTelp	JenisKelamin	NoCabang
111222	Beni Iskandar	Jln. Mawar No. 3	56431212	M	A112
121232	Jenny Tan	Jln. Melati No. 3	64556266	F	A235
125215	Lenny Go	Jln. Tulip No. 4	34348933	F	A589
123515	Terry Yang	Jln. Cempaka No. 4	39439991	M	A232
145212	Jason Tsang	Jln. Matahari No. 12	34343334	M	A223

Cabang			
NoCabang	Alamat	Kota	NoTelp
A112	Jln. Garis No. 33	Jakarta	56431212
A235	Jln. Baris No. 30	Bandung	64556266
A589	Jln. Record No. 14	Surabaya	34348933
A232	Jln. Field No. 24	Makasar	39439991
A223	Jln. Tabel No. 12	Pontianak	34343334

Gambar 2. Contoh Model Relasional

Dari data model yang terbentuk, akan dilakukan pemetaan ke masing-masing level dalam metodologi perancangan, sehingga dapat dihasilkan model *database* yang sesuai dengan kebutuhan suatu organisasi. Berhasil atau tidaknya perancangan yang dilakukan, dipengaruhi oleh beberapa faktor kritis, diantaranya: terciptanya kerja sama secara interaktif dengan pengguna, sehingga dapat mengidentifikasi permasalahan dan kendala yang selama ini dijumpai dari sistem yang berjalan, dan melakukan perancangan *database* dengan mengikuti metodologi yang dipilih. Dengan begitu perancangan yang dilakukan dapat dilakukan secara sistematis dan meminimalisasi proses yang tidak terdefinisi di lapangan.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan mengkolaborasi beberapa metode guna menyesuaikan sistematisa penyusunan dengan konsep yang ada, berikut beberapa metode yang digunakan selama penelitian dilakukan :

### 1. Metode Analisis

Dalam tahap analisis sistem dilakukan melalui beberapa proses, diantaranya : (1) Observasi terhadap proses yang sedang berjalan dalam objek penelitian, sehingga diperoleh deskripsi jalannya sistem secara keseluruhan dan permasalahan yang sering terjadi di dalam operasional. Metode ini dilaksanakan dengan mempelajari sistem yang berjalan, mengamati prosedur kerja yang berlaku, serta mempelajari literatur dari beberapa sumber yang berkaitan dengan topik penelitian. (2) Melakukan analisis terhadap hasil observasi yang telah dilakukan, yaitu dengan mengintegrasikan seluruh data yang diperoleh dan memetakannya menjadi satu kesatuan (3) Identifikasi permasalahan dan kebutuhan informasi dari hasil pengumpulan informasi yang dilakukan, kemudian direalisasikan dalam tahapan dokumentasi analisis, seperti pembuatan alur sistem dengan menggunakan notasi diagram *Unified Modeling Language* (UML) (4) Pendefinisian spesifikasi dan persyaratan sistem yang dikolaborasi dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic .Net* dan *database* menggunakan DBMS *SQL Server 2008*. Hasil dari proses analisis yang dilakukan adalah dapat diidentifikasi permasalahan yang dihadapi dalam operasional dan menghasilkan solusi atas permasalahan yang terjadi.

### 2. Metode Perancangan

Proses perancangan ini dilakukan melalui beberapa tahapan berdasarkan informasi yang diperoleh dari hasil proses analisis terhadap masalah dan sistem yang sedang berjalan. Perancangan *database* dilakukan dengan mengikuti

tahapan dalam *database system development life cycle*, yang terbagi menjadi beberapa proses, diantaranya : perencanaan *database*, pendefinisian sistem, pengumpulan *requirement* dan analisis, desain *database*, pemilihan DBMS, desain aplikasi, *prototyping*, implementasi, konversi data dan *loading*, testing, serta operasional *maintenance*.

## III. PEMBAHASAN

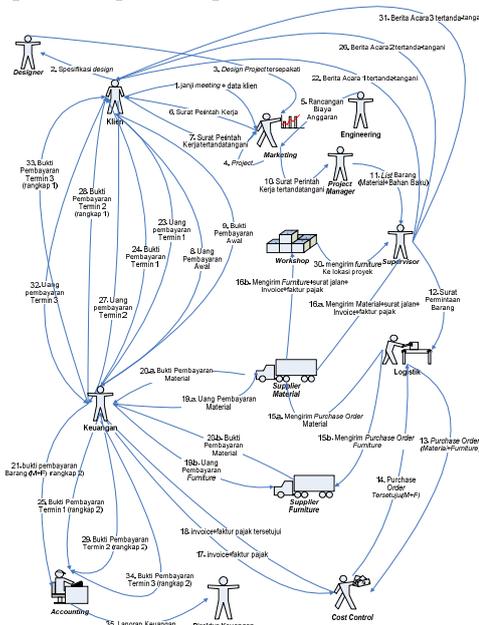
Perusahaan jasa konstruksi merupakan salah satu perusahaan yang terlibat dalam persaingan yang terjadi dalam industri, dimana perusahaan ini memberikan pelayanan kepada klien yang membutuhkan jasa dalam konstruksi bangunan dan perancangan interior, baik dalam gedung, rumah, dll. Banyaknya permintaan klien dan kompleksitas yang dihadapi oleh perusahaan mendorong pengintegrasian *database* di dalamnya agar proses operasional dapat tercipta totalitas performa yang maksimal.

Berikut deskripsi mengenai proses bisnis yang terjadi dalam perusahaan jasa konstruksi : Pada saat klien pertama kali melakukan kerjasama dengan perusahaan, maka seluruh datanya akan disimpan terlebih dahulu oleh bagian Marketing ke dalam dokumen perusahaan. Setelah terdaftar, selanjutnya akan dibuatkan janji meeting untuk membahas spesifikasi design yang diusulkan oleh klien. Klien bersama dengan designer akan membahas spesifikasi design mengenai Project yang akan dibangun. Setelah memperoleh kesepakatan, bagian Marketing akan mengarsip Project yang telah disepakati bersama. Kemudian, bagian Engineering mulai membuat Rancangan Anggaran Biaya pada project yang disepakati untuk diberikan kepada bagian Marketing. Setelah bagian Marketing menerima rancangan anggaran biaya, langkah selanjutnya membuat Surat Perintah Kerja (SPK) untuk ditandatangani oleh Klien. Setelah klien meng-approve perjanjian kerja yang diajukan, maka klien harus melunasi pembayaran awal yang ditujukan kepada bagian Keuangan. Kemudian bagian Marketing menyerahkan surat SPK yang sudah ditandatangani kepada Project Manager agar Project dapat segera dikerjakan. Project Manager membuat spesifikasi barang berdasarkan design yang terlampir di SPK dan menulisnya didalam list barang. Berdasarkan list barang tersebut bagian Supervisor membuat Surat Permintaan Barang dan menyerahkannya kepada bagian Logistik. Selanjutnya, bagian Logistik membuat surat Purchase Order berdasarkan Surat Permintaan Barang dan menyerahkannya kepada bagian Cost Control. Bagian Cost Control menyerahkan Purchase Order yang telah disetujui kepada bagian Logistik untuk diserahkan ke supplier. Pada saat barang dikirim, disertai dengan surat jalan, invoice dan faktur pajak yang ditujukan kepada Project

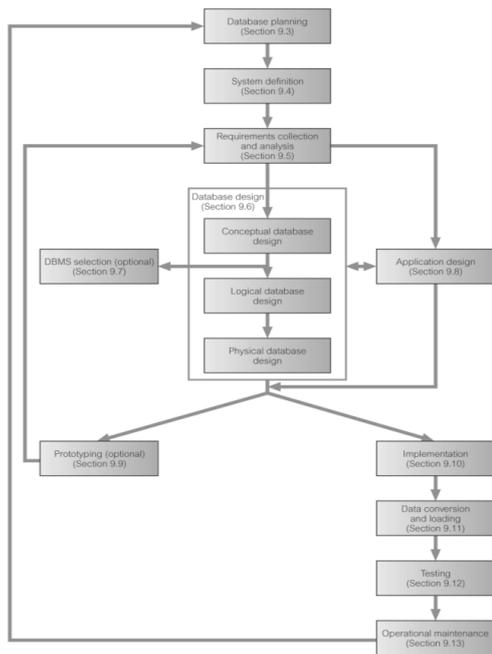
Manager yang bertugas di lapangan. Kemudian bagian Cost Control akan menyerahkan invoice dan faktur pajak yang sudah disetujui kepada bagian Keuangan. Bagian Keuangan membayar total harga pembayaran material kepada Supplier material, dimana supplier akan memberikan bukti pembayaran material kepada bagian keuangan. Selanjutnya, bagian keuangan akan memberikan notification kepada bagian Accounting untuk membuat laporan pembelian. Jika progress pekerjaan Project di lapangan sudah mencapai persentase yang telah disepakati misalnya lima puluh persen, maka Supervisor yang bekerja di lapangan akan membuat Berita Acara satu agar dapat ditandatangani oleh Klien dan Supervisor. Setelah Berita Acara satu ditandatangani, maka Klien wajib melunasi termin satu kepada bagian Keuangan perusahaan. Bagian Keuangan mengirimkan bukti pembayaran Termin satu ke bagian Accounting agar bagian Accounting dapat membuat laporan penjualan. Pada saat progress pekerjaan Project di lapangan telah selesai, Supervisor membuat Berita Acara kedua untuk ditandatangani oleh Klien dan Supervisor tersebut. Klien melunasi pembayaran Termin kedua setelah berita acara kedua ditandatangani. Bagian keuangan memberikan bukti pembayaran Termin dua kepada Klien. Bagian Keuangan mengirimkan bukti pembayaran Termin dua ke bagian Accounting agar bagian Accounting dapat membuat laporan Keuangan yang berisi pembelian barang dan penjualan jasa (project) dan menyerahkan laporan tersebut ke Direktur Keuangan perusahaan per bulannya. Untuk lebih jelasnya, proses operasional dapat dilihat pada rich picture di bawah ini :

Mengacu pada proses operasional yang terjadi dalam perusahaan jasa konstruksi, dapat disimpulkan data-data yang tersimpan dalam perusahaan tersebut sangatlah banyak dan melibatkan sejumlah data dari berbagai divisi di dalamnya. Beberapa permasalahan yang dijumpai pada sistem operasional perusahaan yang masih berjalan secara manual tanpa adanya keterlibatan aplikasi dan *database* di dalamnya, diantaranya : (1) Kesulitan dalam mencari data-data pendukung yang dibutuhkan sebagai penunjang dalam transaksi. Hal ini berdampak pada menurunnya performa kerja pada pelayanan yang diberikan dalam perusahaan. (2) Proses dokumentasi kegiatan operasional menjadi tidak efisien, karena tanpa menggunakan sistem *database*, maka sulit untuk melakukan *back up* ataupun *recovery* dari setiap data yang disimpan, sehingga apabila terjadi *crash* pada sistem, sulit untuk dilakukan pelacakan ulang terhadap proses yang telah dijalankan sebelumnya. (3) Kolaborasi data antara satu bagian dengan bagian lain akan terhambat, karena tidak ada sistem yang menggabungkan data dari tiap unit/divisi. Hal ini berakibat terjadinya redundansi data dalam proses penyimpanan yang dilakukan. (4) Sulitnya untuk memproteksi data dari pihak luar yang tidak berkepentingan, sehingga pihak lain dapat dengan mudah masuk ke dalam sistem.

Identifikasi dari permasalahan yang timbul pada operasional perusahaan, tentunya secara langsung maupun tidak langsung berdampak pada performa lembaga/institusi. Dengan melihat permasalahan tersebut, maka pengimplementasian *database* dan sistem informasi dalam suatu perusahaan dapat menjadi solusi bagi perusahaan untuk mengatasi seluruh permasalahan yang berkaitan dengan pengorganisasian dan pengolahan data.



Gambar 3. Rich Picture Operasional Perusahaan Jasa Konstruksi



Gambar 4. Database Life Cycle

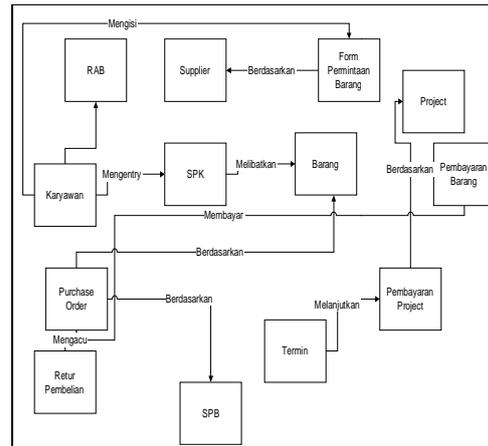
Dalam tahapan perancangan *database lifecycle* [2], proses perancangan *database* terbagi menjadi tiga tahapan utama, yang terbagi menjadi beberapa proses sebagai berikut :

❖ Rancangan *database* konseptual

Pada tahapan ini dilakukan pembentukan model dari data yang digunakan pada perusahaan, terlepas dari masalah fisik, seperti DBMS, program aplikasi, bahasa pemrograman, *platform hardware*, masalah *performance*, dan kebutuhan fisik lainnya. Berikut proses yang dilakukan pada level konseptual :

- a. Pengidentifikasian entitas
- b. Pengidentifikasian relasi
- c. Pengidentifikasian dan penggabungan atribut dalam entitas atau *relationship*
- d. Menentukan domain atribut
- e. Menentukan kandidat, *primary*, dan *alternate key*
- f. Melakukan pemodelan *enhanced*
- g. Mengecek redundansi
- h. Memvalidasi data model konseptual dengan transaksi pengguna
- i. Mereview data model konseptual dengan pengguna

Berikut hasil model konseptual :



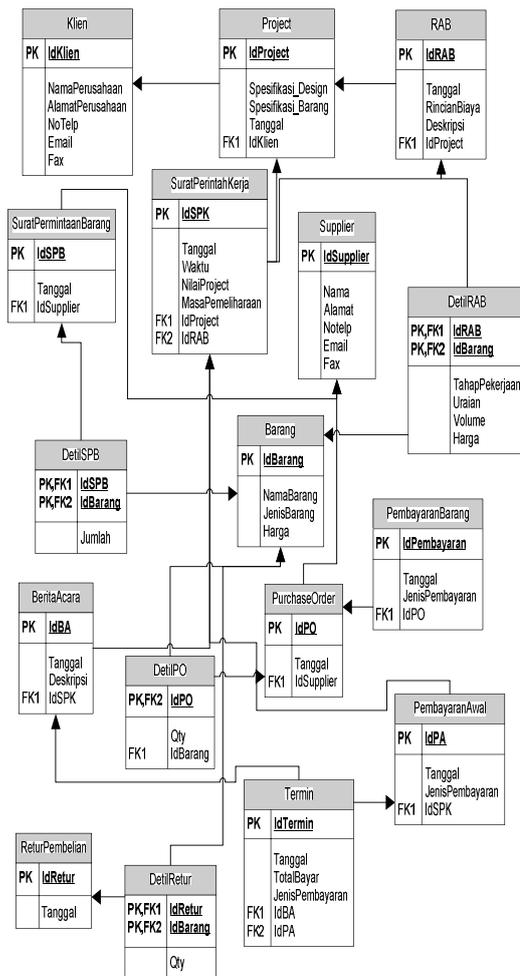
Gambar 5. ERD Model Konseptual

❖ Rancangan *database* logikal

Level logikal merupakan suatu proses pembentukan data model yang berorientasi pada data model yang spesifik berdasarkan perusahaan, tetapi terlepas dari DBMS yang khusus dan kebutuhan level fisik [3]. Tahapan ini dilakukan setelah melewati tahapan konseptual, dimana pada tahapan ini terdiri dari beberapa proses, diantaranya :

- a. Menurunkan relasi menjadi model logikal
- b. Memvalidasi relasi menggunakan konsep normalisasi
- c. Memvalidasi relasi dengan transaksi pengguna
- d. Mengecek *integrity constraint*
- e. Mereview data model logikal dengan pengguna
- f. Menggabungkan data model logikal menjadi model global
- g. Mengecek pertumbuhan mendatang.

Berikut hasil data model yang terbentuk setelah melewati tahap logikal :



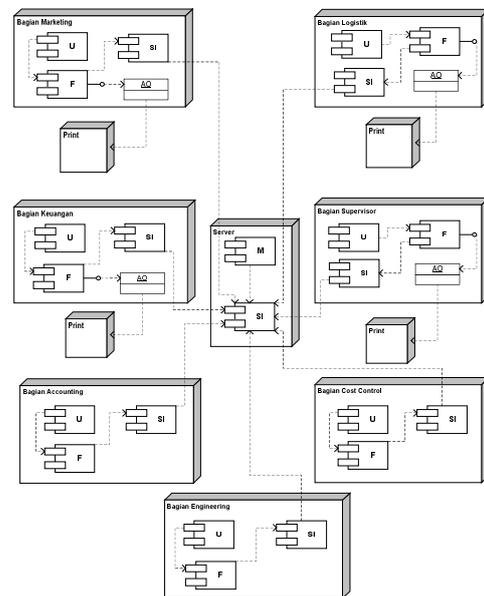
Gambar 6. ERD Logikal

❖ Rancangan database fisik

Level ini akan menghasilkan deskripsi implementasi database pada secondary storage, yang menggambarkan relasi dasar, file organization, dan indexes yang digunakan untuk mencapai efisiensi pengaksesan data dan integrity constraint, serta pengukuran keamanan. Dalam tahap fisik, memungkinkan designer untuk membuat keputusan berkaitan dengan pengimplementasian database secara spesifik menggunakan DBMS yang sudah ditentukan. Beberapa proses yang dilakukan pada tahapan fisik adalah sebagai berikut :

- Merancang tabel secara fisik
- Merancang file organization dan index
- Merancang user view
- Merancang mekanisme keamanan
- Mengontrol redundansi
- Monitor dan tuning sistem operasional

Berikut hasil perancangan pada level arsitektur fisik :



Gambar 7. Component Diagram

Spesifikasi minimum dari hardware dan software yang diajukan sebagai penunjang operasional dalam pengimplementasian aplikasi dan database pada perusahaan jasa konstruksi adalah sebagai berikut :

- Processor* : Intel® Core™ 2 Duo 2,53 GHz

  - Kapasitas *harddisk* : 120 GB
  - Memory* : 2 GB RAM
  - Monitor : 15"
  - Sistem Operasi : Microsoft Windows Server 2003, Microsoft SQL Server 2008
- Client*

  - Processor* : Intel Pentium Dual Core 2,8 GHz
  - Kapasitas *harddisk* : 80 GB
  - Memory* : 1 GB RAM
  - Monitor : 15"
  - Sistem Operasi : Microsoft Windows 2003, Microsoft SQL Server 2008

IV. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, yang dimulai dari proses pengumpulan data, tahap analisis, perancangan model database yang disesuaikan dengan konsep dari proses yang dijalankan, serta pelaksanaan testing pada salah satu perusahaan jasa konstruksi, maka dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Dengan model perancangan *database* yang dihasilkan, dapat mengakomodir kebutuhan perusahaan dalam menampung dan mengintegrasikan data-data yang dihasilkan dari seluruh kegiatan operasional yang dijalankan, sehingga seluruh operasional dapat dijalankan secara lebih efektif dan efisien.
2. Pengelolaan terhadap data-data dapat dilakukan lebih mudah dan tidak memerlukan waktu yang panjang karena seluruh data telah tersimpan dalam satu wadah, sehingga tidak lagi memerlukan sinkronisasi data dengan aplikasi ataupun data dari divisi lain. Dengan begitu, dapat meminimalisasi permasalahan dalam pembuatan laporan-laporan yang dibutuhkan bagi pihak manajemen.
3. Fitur-fitur yang tersedia dalam DBMS dapat memberikan keuntungan tersendiri bagi perusahaan dalam menjalankan operasionalnya, sehingga seluruh proses dapat dijalankan lebih mudah dan cepat. Beberapa fitur yang dapat mendukung operasional, diantaranya *backup, restore, monitoring, tuning, access control, dll*
4. Prosedur kerja dari masing-masing bagian menjadi lebih terstruktur dan sistematis karena dengan sistem yang terbentuk akan membantu perusahaan dalam mengatur alur prosedur kerja yang dilakukan dalam perusahaan tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Belanger, F., & Slyke, C. V. (2012). *Information Systems for Business*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Connolly, T., & Carolyn, B. (2010). *Database Systems*. United States of America: Pearson Addison Wesley.
- [3] Dhabe, P. S., Patwardhan, D. S., Deshpande, A. A., Dhore, M. L., Barbadekar, B. V., & Abhyankar, H. K. (2010). Articulated Entity Relationship (AER) Diagram For Complete Automation of Relational Database Normalization. *International Journal of Database Management Systems (IJDBMS)*, 84-100.
- [4] Hellerstein, J. H., Stonebraker, M., & Hamilton, J. (2007). Architecture of a Database System. *Foundations and Trends in Database*, 141-259.
- [5] Philip, P. G. (2007). Teaching Database Modeling and Design : Areas of Confusion and Helpful Hints. *Journal of Information Technology Education*, 481-497.

# Pengembangan Aplikasi Notesharing Berbasis Multi-User di Tablet Android

Yen Lina Prasetio, Rudi Susanto, Rico Hadiyanto, Freddy Wijaya  
Computer Science Department, School of Computer Science, Universitas Bina Nusantara  
Jakarta, Indonesia  
yenlina@binus.edu, rudi.susanto12@gmail.com, sylvrboyz@hotmail.com,  
dragon\_slayer\_91@rocketmail.com

**Abstrak**—Tujuan pengembangan prototyping ini adalah untuk mengembangkan sebuah aplikasi notesharing berbasis multiuser dengan menggunakan teknologi websocket. Metodologi penelitian yang digunakan yaitu metode analisis dengan menggunakan kuesioner untuk pengumpulan data dari user dan metode perancangan menggunakan rapid prototyping. Penerapan teknologi pada aplikasi ini menggunakan teknologi Gesture dan dalam proses pengiriman data menggunakan web socket. Kesimpulan yang didapat dari pengembangan aplikasi ini yaitu aplikasi NoteSharing ini dapat menggantikan model pencatatan secara manual dan dengan aplikasi ini dapat menghubungkan beberapa user untuk melakukan pencatatan secara bersama-sama.

**Kata kunci:** notesharing, multi-user, websocket

## I. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi baik itu aplikasi maupun alat yang mendukung dijalanannya aplikasi tersebut pada zaman ini sudah menjadi bagian dari kehidupan manusia. Dari semua aspek kehidupan manusia, teknologi berperan besar dalam hal berkomunikasi. Komunikasi merupakan kegiatan vital bagi manusia karena dilakukan sejak manusia itu lahir.

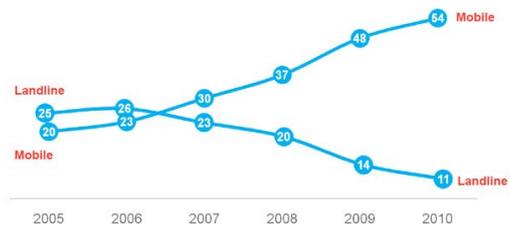
Komunikasi merupakan kegiatan untuk menyalurkan, menyampaikan, memberikan, dan mendapatkan informasi baik searah maupun dua arah (secara limbale balik). Komunikasi dapat dilakukan secara langsung dan secara tidak langsung (melalui perantara berupa alat). Komunikasi secara langsung biasa dilakukan ketika mengobrol bertatap muka langsung (*face to face*), pertemuan saat rapat, pidato. Sedangkan komunikasi secara tidak langsung biasa dilakukan dengan menggunakan alat seperti telepon, surat, catatan, SMS (*Short Message Service*), *e-mail*, *Instant Messenger*, dan alat lain yang digunakan sebagai perantara untuk menyampaikan informasi.

Kini dengan perkembangan teknologi yang tahun demi tahun mengalami perkembangan yang signifikan berpengaruh langsung pada pola perilaku berkomunikasi yang dilakukan

oleh manusia. Pada mulanya manusia masih menggunakan cara dan alat yang masih manual, misalnya untuk menyampaikan informasi akan suatu hal harus bertemu secara langsung atau menggunakan surat sebagai perantara. Dengan perkembangan teknologi muncul telepon/handphone sebagai alat perantara tanpa mengkhawatirkan keterbatasan wilayah. Selain mengatasi keterbatasan wilayah, teknologi komunikasi kini juga dapat menghilangkan keterbatasan akan hal waktu seperti adanya *e-mail* (surat elektronik), SMS (*Short Message Service*), *Instant Messenger* untuk menyampaikan informasi.

Menurut [1] penggunaan alat komunikasi yang sifatnya mobile tahun demi tahun mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari 5 tahun terakhir. (Gambar 1)

Handphone ownership triples in 5 years



Gambar 1. Perkembangan jumlah pengguna handphone

Kebutuhan manusia kini tidak hanya pada penyampaian informasi saja tetapi juga pencatatan, penyimpanan dan pengemasan informasi tersebut untuk dapat digunakan kembali. Dalam rutinitas kegiatan baik itu dalam bidang pekerjaan atau kegiatan sehari-hari manusia masih menggunakan alat-alat manual untuk melakukan kegiatan-kegiatan tersebut. Seperti yang disebutkan oleh [4] pencatatan informasi dengan menggunakan alat manual seperti kertas, *note*, pensil dan pena masih digunakan walaupun penggunaan media digital lebih memudahkan baik dalam proses pencatatan, pencarian and penyimpanan

Penyampaian informasi yang masih menggunakan alat manual seperti kertas, *note*, dan memo memiliki beberapa kekurangan antara lain diperlukan alat manual untuk menulis

seperti pensil/pen serta kertas untuk media pencatatan, dibutuhkan tempat penyimpanan yang aman agar tidak mudah rusak. Selain itu menurut [2] pendistribusian catatan secara manual tersebut kepada beberapa orang akan diperlukan usaha yang lebih seperti penduplikasian secara manual seperti fotokopi dan *scanning*.

Pengiriman informasi selain menggunakan alat manual juga sudah tersedia berbagai aplikasi di dalam berbagai platform seperti perangkat komputer desktop sampai perangkat *mobile*. Pada perangkat desktop komputer dan *mobile* memiliki aplikasi yang mendukung untuk penyampaian informasi yang dapat dilakukan secara *real time* yaitu *Instant Messenger* dengan berbagai jenis.

Penggunaan aplikasi untuk pengiriman pesan informasi menggunakan *Instant Messenger* sudah marak digunakan pada berbagai platform baik itu komputer desktop maupun perangkat *mobile* seperti *smartphone* dan tablet. Untuk aplikasi ini bahkan sudah mendukung fitur *Multi Conference* yaitu pengiriman pesan secara *multi user* (pengguna lebih dari 2 orang yang terhubung). Namun ada beberapa aspek yang tidak dimiliki yaitu pengiriman pesan masih bergantung pada keyboard/keypad sehingga untuk memasukan pesan hanya bisa melalui ketikan, tidak semua aplikasi sejenis memiliki fitur khusus untuk menyimpan hasil dari catatan yang telah dibuat. Keterbatasan pengiriman pesan yang bergantung pada keyboard pada saat ini sebenarnya sudah teratasi oleh Yahoo!Mesangger salah satu *Instant Messenger* keluaran Yahoo!. Yahoo!Messenger memiliki IMVironment yang dapat menggunakan mouse untuk menulis pesan, sehingga *user* dapat menulis atau menggambar apa pun di *window* yang sudah disediakan tanpa bergantung pada *keyboard*. Akan tetapi fitur ini masih terbatas pada penggunaan di komputer desktop dan belum menyentuh pada perangkat *mobile*. Keterbatasan lainnya yang dimiliki yaitu hanya bisa digunakan 2 orang dalam artiannya tidak bisa dilakukan secara *multi conference* (banyak user yang terhubung).

Oleh karena itu ditemukan beberapa hal diatas yang menjadi kekurangan dan yang belum dimiliki oleh aplikasi yang ada saat ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk menciptakan sebuah aplikasi yang mendukung pengiriman pesan secara *multi conference* namun tidak hanya bergantung keyboard. *User* dapat menulis, menggambar, bahkan membuat goresan-goresan dalam aplikasi yang digunakan sebagai pesan yang dituangkan. Penggunaan basis operasi sistem Android yang memiliki *class Gesture* yang dapat membuat, mengenali, mengambil, dan menyimpan *Gesture* yang dilakukan oleh jari tangan. Pengiriman data koordinat (x,y) *Gesture* dikirimkan dan di distribusikan menggunakan *Web Service* ke perangkat terhubung menggunakan aplikasi ini yang akan di implementasikan pada perangkat Tablet berbasis Android.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

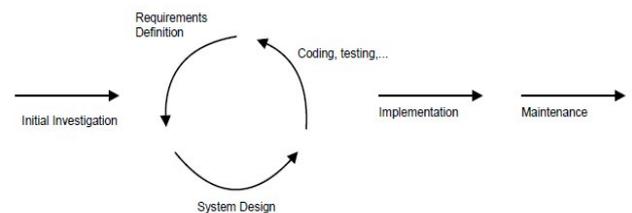
### A. Studi Literatur

Metode analisis melalui studi literatur yaitu metode dengan mengumpulkan informasi dengan mempelajari buku-buku, jurnal, dan materi yang berkaitan dengan teori-teori yang akan digunakan untuk pengembangan sistem dan penulisan skripsi yang akan dibuat.

Teori-teori yang dipelajari antara lain :

- Android
- Websocket

### B. Rapid Prototyping



Gambar 2. Model Proses Rapid Prototyping

Dalam pengembangan sistem menggunakan model proses *Rapid Prototyping*, yang memiliki langkah-langkah sebagai berikut [3] :

#### 1) Initial Investigation

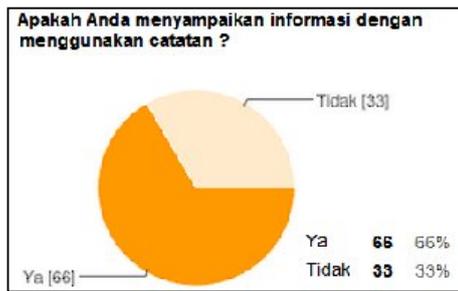
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan kebutuhan *user* dengan menggunakan kuesioner yang dilakukan pada metode analisis.

##### a) Survei

Analisa untuk mengumpulkan data-data sebelum perancangan sistem aplikasi dilakukan dengan melakukan survei kepada 100 orang koresponden yang tersebar secara *online*. Berikut daftar pertanyaan yang diajukan beserta hasil jawaban dari masing-masing pertanyaan :

#### 1) Apakah Anda menyampaikan informasi dengan menggunakan catatan?

Menurut hasil kuesioner dari 100 responden yang ditunjukkan pada gambar 3 sebanyak 66% menyatakan menggunakan catatan untuk menyampaikan informasi dan 33% menyatakan menyampaikan informasi tidak menggunakan catatan.



Gambar 3. Hasil Kuesioner

2) Kesulitan apa saja yang Anda hadapi ketika melihat dan melakukan pencatatan secara bersama-sama?

Menurut hasil dari 100 responden yang mengisi kuesioner yang ditunjukkan gambar 4 menyatakan :

- 56% responden menyatakan kesulitan yang dihadapi ketika melihat dan melakukan pencatatan secara bersama-sama yaitu tidak bisa dilakukan secara bersama dalam tempat yang sama,
- 51% responden menyatakan sulit untuk melihat catatan yang dipegang orang lain,
- 35% responden menyatakan sulitnya catatan bersama harus diduplikasi atau diperbanyak,
- 22% responden menyatakan sulitnya catatan bersama karena ukuran kertas yang kecil.



Gambar 4. Hasil Kuesioner

3) Apakah Anda membutuhkan catatan yang mudah dibawa?

Menurut dari hasil kuesioner yang ditunjukkan pada gambar 5 menunjukkan dari 100 orang responden, sebanyak 86% menyatakan perlunya kemudahan untuk membawa catatan dan 10% menyatakan tidak memerlukan catatan.



Gambar 5. Hasil Kuesioner

2) *Requirement Definition*

Setelah dikumpulkan berbagai kebutuhan pada tahap *Initial Investigation*, pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan-kebutuhan user melalui pertanyaan-pertanyaan yang mengarah pada kebutuhan tersebut.

3) *System Design*

Pada tahap system design dilakukan perancangan sistem menggunakan *Unified Modeling Language (UML)* yang terdiri dari:

- Perancangan *Use Case Diagram*
- Perancangan *Activity Diagram*
- Perancangan *Sequence Diagram*
- Perancangan *Class Diagram*

4) *Coding and Testing*

Setelah melakukan perancangan sistem, lalu dilanjutkan dengan pengkodean sistem sesuai dengan algoritma. Kemudian untuk melakukan pengujian pada hasil pengkodean dilakukan *testing* untuk mengetahui bagaimana sistem yang dibangun apakah memiliki kesalahan algoritma atau tidak.

5) *Implementation*

Tahap selanjutnya adalah *implementation* yang merupakan tahap aplikasi sudah siap untuk di implementasikan dan di pergunakan oleh user untuk mendapatkan feedback apa saja yang diterima setelah pemakaian.

6) *Maintenance*

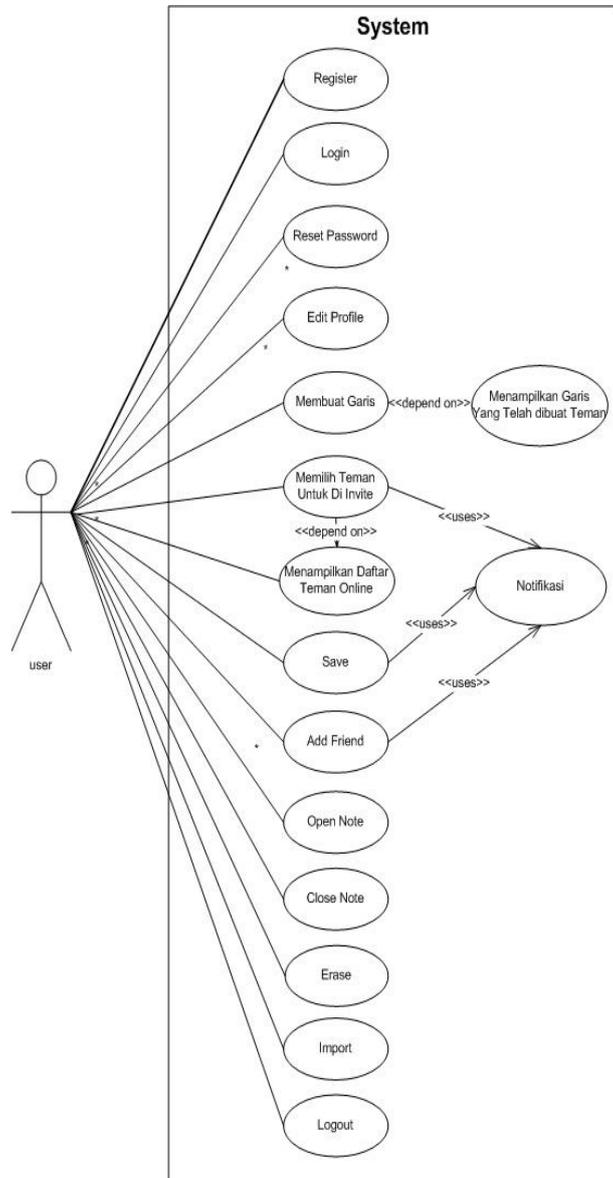
Melalui implementasi akan didapatkan feedback dari user untuk memberikan masukan kekurangan yang dimiliki aplikasi dan untuk perbaikan di pengembangan selanjutnya.

Model proses *Rapid Prototyping* ini membentuk iterative (perulangan) pada tahap *Requirement Definition, System*

*Design, Coding and Testing.* Karena dalam model pengembangannya dilakukan perulangan pengkodean dan testing dan berlanjut terus sampai algoritma yang dihasilkan benar adanya.

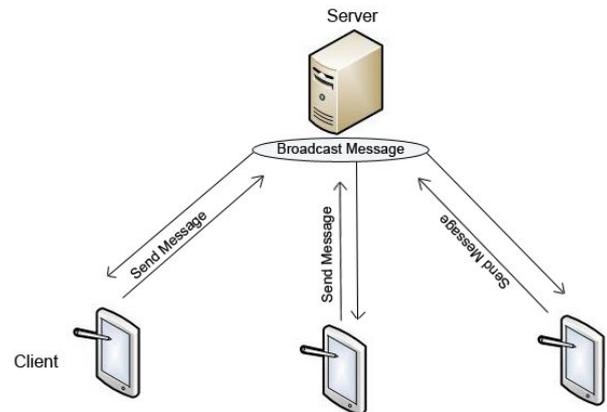
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perancangan Use Case Diagram



Gambar 6. Use Case Diagram

#### B. Arsitektur Aplikasi



Gambar 7. Arsitektur Aplikasi

Arsitektur aplikasi seperti yang terlihat pada gambar melibatkan 2 perangkat, yaitu tablet berbasis Android sebagai *client* dan *server*. Untuk melakukan hubungan antara perangkat tablet dengan *server* menggunakan koneksi internet.

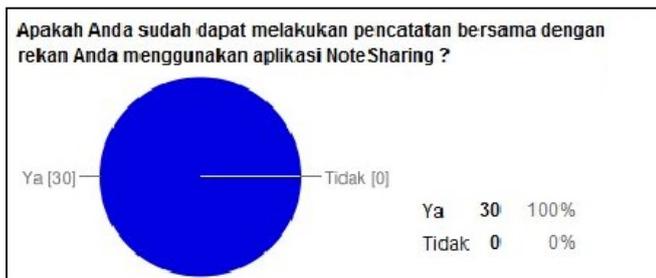
Proses pengiriman data yang dilakukan dari tablet ke *server* menggunakan 2 metode yaitu menggunakan *web service* dan *web socket*. *Web service* digunakan untuk mengirim data *user* berupa *username*, *password*, *alias*, *password* dan *email*. Sedangkan *web socket* digunakan untuk pengiriman data garis berupa koordinat X dan Y dari *client* yang disebut *web socket client* ke *server* yang disebut *web socket server*.

Pada masing-masing *client* yang saling terhubung dengan *client* lainnya mengirimkan data garis berupa koordinat melalui *web socket client* ke *web socket server*. Kemudian data-data garis yang telah diterima dikirim balik oleh *web socket server* secara *broadcast message* ke *user* yang terhubung.

### IV. SIMPULAN

#### A. Hasil Kuesioner Evaluasi

1. Apakah Anda sudah dapat melakukan pencatatan bersama dengan rekan Anda menggunakan aplikasi NoteSharing ?



Gambar 8. Hasil Evaluasi Kuesioner

Menurut hasil wawancara yang ditunjukkan pada gambar 8 menunjukkan dari 30 orang responden, sebanyak 100% telah dapat melakukan pencatatan bersama dengan rekan responden menggunakan aplikasi NoteSharing.

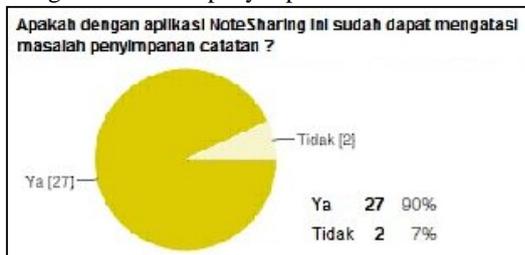
2. Apakah dengan aplikasi NoteSharing ini informasi Anda sudah dapat tersampaikan kepada orang lain ?



Gambar 9. Hasil Evaluasi Kuesioner

Menurut hasil wawancara yang ditunjukkan pada gambar 9 menunjukkan dari 30 orang responden, sebanyak 73% menyatakan bahwa aplikasi NoteSharing dapat menyampaikan informasi responden kepada orang lain dan 27% tidak dapat menyampaikan informasi dikarenakan informasi pada gambar tidak sesuai.

3. Apakah dengan aplikasi NoteSharing ini sudah dapat mengatasi masalah penyimpanan catatan?



Gambar 10. Hasil Evaluasi Kuesioner

Menurut hasil wawancara yang ditunjukkan pada gambar 10 menunjukkan dari 30 orang responden, sebanyak 90% menyatakan aplikasi NoteSharing sudah dapat mengatasi masalah dalam penyimpanan catatan dan 7% tidak dapat.

Berdasarkan hasil dari analisa pengumpulan data, perancangan sistem, dan implementasi aplikasi NoteSharing, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Aplikasi NoteSharing ini dapat melakukan pencatatan secara *conference* dan *real time*. *Conference* yang dimaksud adalah pencatatan yang dilakukan lebih dari 2 orang.
- Aplikasi NoteSharing ini dapat menyampaikan informasi yang sesuai dengan informasi antar *user* yang melakukan *conference*.
- Aplikasi NoteSharing ini dapat menyimpan catatan yang telah dibuat di dalam perangkat tablet yang digunakan, sehingga menghilangkan kekhawatiran akan kehilangan dan rusak yang dapat terjadi pada media pencatatan manual seperti kertas yang dapat rusak serta ancaman kehilangan karena membutuhkan tempat yang aman untuk menyimpan.
- Aplikasi NoteSharing ini dapat membagi catatan tanpa penduplikasian secara manual, karena hasil catatan dapat langsung di *save* oleh masing-masing *user*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Nugraha, "Perkembangan pasar handphone di Indonesia dari tahun 2005 hingga 2010," [www.teknajournal.com](http://www.teknajournal.com), Maret 2011.
- [2] A. Groß, S. Voigt, T. Janda, C. Meinel, "Technology based motivation of students to collaborate by digital annotations during real lecture and learning sessions," in SIGGUCS'10, October 24-27, 2010, Norfolk, Virginia, USA, pp. 61-64.
- [3] R. S. Pressman, *Software Engineering : A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill, 2009
- [4] N. Ward, H. Tatsukawa, "A tool for taking class notes" *International Journal of Human-Computer Studies*, USA, vol. 59, pp. 959-981, December 2003

# Pengaruh Penggunaan TLS Session Resumption Pada Authentication Delay Di Jaringan Wireless LAN

Hadi Syafruddin Harahap  
Pusat Komputer dan Sistem Informasi  
UIN Syarif Hidayatullah  
Jakarta, Indonesia  
hadi.hrp@uinjkt.ac.id

Husni Teja Sukmana  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Syarif Hidayatullah  
Jakarta, Indonesia  
husniteja@uinjkt.ac.id

**Abstract**—Membangun infrastruktur AAA (Authentication, Authorization and Accounting) Server yang handal dan memiliki kinerja yang tinggi memiliki beberapa kendala, karena IETF menyaratkan penggunaan protokol SSL/TLS pada proses komunikasi antara *supplicant* dan AAA/RADIUS server dalam penanganan otentikasi pengguna jaringan Wireless LAN. Selain itu, dari sisi pengguna, penambahan *security layer* tersebut membuat waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proses otentikasi akan menjadi jauh lebih lama. Dalam paper ini, penulis melakukan penelitian terhadap fasilitas SSL/TLS *session resumption* guna mengurangi *authentication delay* pada jaringan Wireless LAN. Dari hasil pengujian didapatkan, penggunaan TLS *session resumption* memberikan pengurangan total *authentication delay* sebesar 60,6 – 71 persen pada kondisi jaringan yang berbeda-beda.

**Keywords**—*authentication; RADIUS; SSL/TLS; EAP; Wireless LAN*

## I. PENDAHULUAN

*Security* menjadi salah satu isu penting pada teknologi jaringan Wireless LAN. Sejak awal penerapan teknologi ini secara luas untuk publik hingga sekarang, protokol keamanan yang digunakan pun telah berkembang dari WEP (Wired Equivalent Privacy), WPA (Wi-Fi Protected Access) hingga WPA2. Salah satu proses yang perlu mendapatkan perlindungan dalam komunikasi *wireless*, adalah proses otentikasi. Hal ini bertujuan bukan hanya untuk melindungi informasi *username* dan *password*, tetapi juga sebagai bentuk verifikasi bahwa dua pihak yang berkomunikasi (dalam hal ini *wireless client* dan RADIUS server) adalah pihak yang sah. Dengan dipublikasikannya dokumen standar RFC 4017 [6], maka isu kinerja menjadi salah satu aspek penting pada infrastruktur AAA. Dalam RFC tersebut, protokol otentikasi yang digunakan harus mendukung penggunaan TLS (*Transport Layer Security*) selama proses otentikasi berlangsung. Hal ini dapat berdampak pada menurunnya kinerja RADIUS (*Remote Authentication Dial-In User Service*) server dan semakin lamanya waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proses otentikasi tersebut. Untuk itu kami meneliti pengaruh penggunaan TLS *session resumption* guna mengurangi *authentication delay* di jaringan *wireless LAN*.

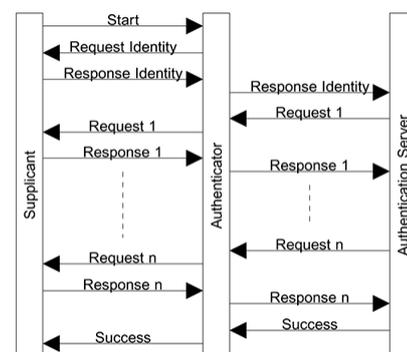
## II. LANDASAN TEORI

### A. Remote Authentication Dial-In User Service

RADIUS adalah suatu protokol yang berfungsi untuk melakukan verifikasi identitas atau disebut juga dengan proses otentikasi, terhadap pengguna yang ingin mengakses sumber daya jaringan. Salah satu fitur penting pada protokol ini adalah kemampuan untuk melakukan proses otentikasi tersebut secara terpusat sehingga dapat memudahkan seorang *network administrator* dalam mengatur *database credential user*.

### B. Extensible Authentication Protocol

Pada awal perancangannya RADIUS hanya mendukung protokol PAP (Password Authentication Protocol) dan CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) [4]. Pada tahun 2000, Extensible Authentication Protocol atau EAP dikembangkan sebagai salah satu *authentication framework* yang memungkinkan digunakannya protokol otentikasi baru selain PAP dan CHAP pada RADIUS [5]. Pada tahun 2005, spesifikasi ini direvisi lagi guna mendukung penggunaan EAP pada jaringan Wireless LAN [6]. Sampai penelitian ini dilakukan, terdapat tiga EAP-Method yang memenuhi *requirements* dari dokumen standar RFC 4017 tersebut, antara lain yaitu EAP-TLS, EAP-TTLS dan EAP-PEAP.



Gambar 1. Alur pertukaran pesan pada EAP [7]

### C. Transport Layer Security

Ketika sebuah client dan server membangun suatu koneksi yang terenkripsi dengan TLS, maka untuk pertama kalinya kedua pihak perlu membangkitkan suatu kunci yang dibagi pakai (*shared key*) yang disebut dengan *master\_secret*. Kunci *master\_secret* ini nantinya akan digunakan untuk membuat kunci enkripsi lainnya yang akan digunakan untuk mengamankan proses komunikasi. Keseluruhan proses ini disebut dengan *TLS handshake*.

Suatu proses *TLS handshake* memiliki tiga tahapan, yaitu: (1) menegosiasikan beberapa parameter konfigurasi untuk sesi komunikasi yang akan dibangun; (2) memverifikasi keabsahan identitas server ke pihak client, dan juga sebaliknya apabila diperlukan, (3) dan untuk membangkitkan suatu kunci enkripsi/dekripsi yang akan dibagi pakai oleh kedua pihak [14]

### D. Session Resumption

*TLS session resumption* adalah suatu prosedur yang bertujuan untuk mengurangi tahapan yang perlu dilakukan guna membangun suatu *security layer* sebelum proses pertukaran/komunikasi data yang sebenarnya. Ada dua cara atau mekanisme yang dapat digunakan untuk mengaktifkan *session resumption*, yaitu menggunakan *session identifiers* sebagaimana yang dideskripsikan dalam RFC 5246 dan *session tickets* dalam RFC 5077. Perbedaan diantara keduanya adalah bagaimana suatu pengenal yang dikirimkan oleh klien diproses pada sisi server. Dalam penelitian ini penulis menggunakan mekanisme yang pertama, yaitu menggunakan Session ID yang disimpan (*cached*) oleh *authentication server*.

Ketika suatu sesi komunikasi yang terenkripsi dimulai, maka pada saat fase *TLS full handshake*, client akan mengirimkan suatu parameter yang disebut Session ID. Informasi ini nantinya dapat digunakan lagi oleh client untuk melakukan proses komunikasi selanjutnya dengan kondisi kedua pihak yakni client dan server menyetujui/mendukung penggunaan *session resume* tersebut.

## III. STUDI LITERATUR

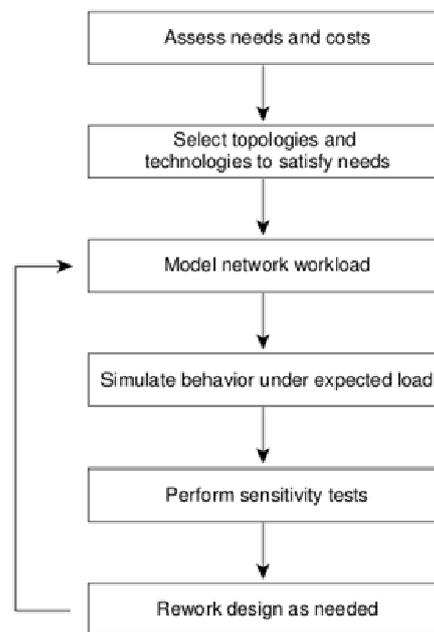
Untuk meneliti pengaruh penggunaan TLS terhadap total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proses otentikasi atau disebut dengan *authentication delay*, penulis perlu menganalisa dua aspek terkait yaitu yang berhubungan dengan protokol TLS itu sendiri dan aspek kondisi jaringan. Faktor kondisi jaringan menjadi penting karena EAP-TLS, EAP-TTLS dan EAP-PEAP merupakan proses yang *multi-round trip* (gambar 1). Dalam paper “Experimental evaluation of EAP performance in roaming scenarios”, Saber Zrelli dan Yoichi Shinoda [15] meneliti seberapa besar efek dari kondisi jaringan tersebut terhadap *authentication delay*. Salah satu kontribusi penting dari penelitian ini adalah suatu formula yang dirumuskan oleh keduanya untuk menghitung waktu minimum ( $A_{Lat}$ ) dari *authentication delay* pada kondisi jaringan dengan *latency* tertentu (persamaan 1).

Perbedaan *latency* antara jaringan LAN dan WAN juga menjadi penyebab mengapa pengguna membutuhkan waktu

yang lebih lama untuk dapat terkoneksi ke jaringan ketika melakukan *inter-domain roaming* [1]. Penelitian terkait dampak penggunaan *security layer* seperti TLS pada kinerja suatu protokol salah satunya dibahas oleh Asa Pehrsson dalam paper “TLS Session Resumption Impact on HTTP Performance”. Dalam paper tersebut juga dibahas peningkatan kinerja pada protokol HTTP yang didapat dengan menggunakan fasilitas *TLS session resumption* [3].

## IV. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode GNDP (General Network Design Process) karena metode ini sesuai untuk penelitian terkait pengujian kinerja suatu protokol dalam jaringan. GNDP memiliki enam tahapan seperti yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. General Network Design Process [11]

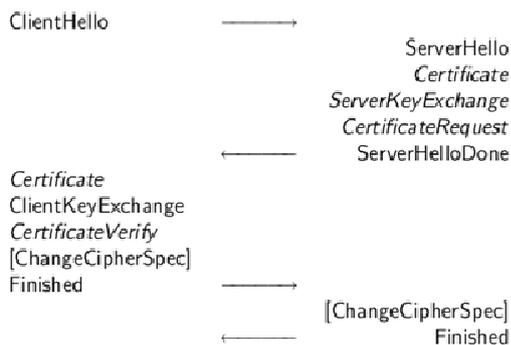
Empat tahapan terakhir dalam GNDP menjadi sangat penting untuk mengetahui kinerja suatu protokol dalam kondisi jaringan yang berbeda-beda karakteristiknya (seperti *delay*, *packet loss*, *jitter*). Hal ini akan dapat memberitahukan apakah topologi atau infrastruktur yang digunakan telah memenuhi ekspektasi performa yang dibutuhkan oleh sistem. Dan apabila hal tersebut tidak tercapai, keempat tahapan tersebut dapat memberitahukan perubahan apa yang perlu dilakukan guna memenuhi kinerja yang diharapkan.

Dalam proses pengujian digunakan 10 kondisi jaringan yang berbeda-beda dan tiap-tiap pengujian akan melalui keempat proses seperti yang terlihat pada gambar 2. Dalam bukunya yang berjudul “High Performance TCP/IP Networking: Concepts, Issues, and Solutions”, Mahbub Hasan

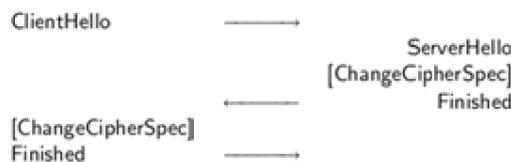
dan Raj Jain [9] menyebutkan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja suatu protokol yang dipengaruhi oleh beberapa kondisi jaringan berikut, diantaranya yaitu: *network latency* atau *delay*, *delay variation* atau *jitter*, *packet loss rate*, dan *bandwidth*. Pada proses pengujian, 10 kondisi jaringan yang berbeda-beda tersebut dipengaruhi oleh variabel *network latency*. Parameter *jitter* menggunakan jangkauan 0 – 1 ms. Sedangkan *bandwidth* tidak menjadi parameter yang cukup penting dalam pengujian ini mengingat total paket yang ditransmisikan oleh protokol EAP-TLS, EAP-TTLS dan EAP-PEAP guna menyelesaikan satu proses otentikasi berkisar 4 – 9 KiloBytes [8].

### V. ANALISA KINERJA

*Session resumption* adalah salah satu mekanisme yang terpenting guna meningkatkan kinerja SSL/TLS: dengan mengirimkan suatu nilai/parameter tertentu ke server, pihak client dapat membangkitkan proses *handshake* yang lebih ringkas, sehingga dapat mengurangi *latency* dan proses komputasi [14]. Dari gambar 3 dan 4 dapat terlihat ada beberapa proses yang dilewatkan ketika pihak client dan server sepakat untuk melakukan *resume handshake*. Proses-proses yang dilewati ini merupakan proses yang membutuhkan komputasi *power* yang besar karena proses ini melibatkan kriptografi asimetris seperti RSA.



Gambar 3. Full TLS handshake [10]

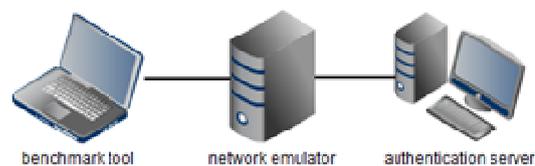


Gambar 4. Resume TLS handshake [10]

#### A. Test-Bed Environment

Berikut adalah topologi jaringan yang digunakan untuk menghitung seberapa besar peningkatan yang didapat dari

mekanisme TLS *session resumption*. Pada pihak client, aplikasi benchmark *eapol\_test* digunakan untuk mensimulasikan supplicant dan authenticator, sedangkan pada sisi server aplikasi *freeRADIUS* berfungsi sebagai *authentication server*. Perangkat *network emulator* digunakan untuk membangkitkan kondisi jaringan dengan *latency* yang berbeda-beda. Untuk tiap 1 kondisi jaringan dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali guna menambah tingkat akurasi data atau hasil pengujian.



Gambar 4. Topologi test-bed environment

Aplikasi *eapol\_test* yang berfungsi sebagai *benchmark tool* dijalankan pada komputer di sisi client. Aplikasi ini mensimulasikan kerja dari perangkat *supplicant* atau *wireless client* dan *authenticator* atau *wireless access point*. Paket-paket yang dikirim oleh client akan direspon oleh *authentication server* dengan mengirimkan paket *Access-Challenge*, *Access-Accept* atau *Access-Reject*. Pada sisi client juga dijalankan aplikasi *tshark* yang bertugas menyimpan seluruh proses pertukaran pesan antara client dan server selama proses otentikasi berlangsung. Dari berkas yang diolah oleh *tshark* ini, penulis melakukan proses perhitungan *authentication delay* pada tiap-tiap pengujian. Pada pengujian dimana TLS *session resumption* digunakan, maka parameter *Session ID* menjadi informasi yang sangat penting bagi pihak client dan server guna melanjutkan proses *handshake* seperti yang terlihat pada gambar 5.

```

▼ TLSv1 Record Layer: Handshake Protocol: Server Hello
  Content Type: Handshake (22)
  Version: TLS 1.0 (0x0301)
  Length: 86
▼ Handshake Protocol: Server Hello
  Handshake Type: Server Hello (2)
  Length: 82
  Version: TLS 1.0 (0x0301)
  ▶ Random
    Session ID Length: 32
    Session ID: ba42a841eaf2f55abd175e538e1bc5755b9f097ccb6e083...
    Cipher Suite: TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA (0x0039)
    Compression Method: null (0)
    Extensions Length: 10
  ▶ Extension: renegotiation_info
    
```

Gambar 5. Parameter session ID dan cipher suite

Berikut adalah daftar aplikasi di sisi server, *network emulator* maupun client yang digunakan selama proses pengujian.

Tabel I. Spesifikasi perangkat lunak

	Perangkat Lunak	Versi
1	freeRADIUS	2.1.10
2	OpenSSL	1.0.1
3	eapol_test	1.0
4	Wireshark	1.6.7
5	netem	2.6.32
6	Ubuntu Desktop	12.04
7	Ubuntu Server	10.04

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan 10 kondisi jaringan [8] yang disimulasikan selama proses pengujian yaitu **A** (10 ms), **B** (20 ms), **C** (30 ms), **D** (40 ms), **E** (50 ms), **F** (100 ms), **G** (150 ms), **H** (200 ms), **I** (250 ms) dan **J** (300 ms). Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini. Seluruh proses pengujian dalam penelitian ini menggunakan *cipher suite* yang sama, yaitu DHE\_RSA\_AES\_CBC\_SHA, dimana panjang kunci RSA yang digunakan adalah 1024 bit seperti yang terlihat dari tampilan aplikasi wireshark pada gambar 5.

**B. Pengujian Tahap Pertama**

Pada pengujian berikut spesifikasi CPU yang digunakan oleh *authentication server* adalah AMD Turion 64 X2 Mobile Technology TL-58 dengan *clock speed* 1,9 GHz.

Tabel II. *Authentication delay* (millisecond) tanpa menggunakan *session resumption*

	A	B	C	D	E
1	170	269	365	465	567
2	159	265	370	467	566
3	170	269	365	468	566
4	163	267	367	468	570
5	163	273	365	468	565

Tabel III. *Authentication delay* (millisecond) dengan menggunakan *session resumption*

	A	B	C	D	E
1	46	87	127	167	207
2	48	86	126	166	207
3	46	87	127	167	207
4	46	87	127	167	206
5	46	87	127	167	206

Tabel IV. *Authentication delay* (millisecond) tanpa menggunakan *session resumption*

	F	G	H	I	J
1	1068	1568	2067	2567	3066
2	1061	1567	2066	2565	3067
3	1068	1558	2065	2567	3067
4	1068	1568	2066	2566	3068
5	1068	1568	2066	2571	3070

Tabel V. *Authentication delay* (millisecond) dengan menggunakan *session resumption*

	F	G	H	I	J
1	407	607	807	1007	1207
2	407	607	807	1007	1207
3	407	607	807	1007	1207
4	407	607	807	1007	1207
5	407	607	807	1007	1207

Dari keempat tabel hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa nilai *network latency* yang berbeda-beda memberikan perubahan signifikan pada waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proses otentikasi. Hal ini dikarenakan EAP-PEAP dalam pengujian ini membutuhkan 10 *round-trip* atau 20 kali proses pertukaran pesan (gambar 6). Pengurangan waktu yang cukup signifikan yang terjadi ketika menggunakan TLS *session resumption* salah satunya adalah dikarenakan jumlah pertukaran pesan yang menjadi 8 kali saja (gambar 7) yang dapat dilihat hasilnya pada tabel III dan IV. Dari data pada keempat tabel tersebut juga didapatkan bahwa pengurangan waktu yang diberikan cukup signifikan, yaitu berkisar 60,6 - 71 persen. Hal ini sangat penting pada kondisi-kondisi tertentu, misalnya ketika pengguna melakukan *handover* atau *roaming* ke *wireless access point* yang berbeda.

1	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=0, l=126)
2	192.168.10.4	Access-challenge(11) (id=0, l=64)
3	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=1, l=365)
4	192.168.10.4	Access-challenge(11) (id=1, l=1090)
5	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=2, l=136)
6	192.168.10.4	Access-challenge(11) (id=2, l=1086)
7	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=3, l=136)
8	192.168.10.4	Access-challenge(11) (id=3, l=197)
9	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=4, l=338)
10	192.168.10.4	Access-challenge(11) (id=4, l=123)
11	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=5, l=136)
12	192.168.10.4	Access-challenge(11) (id=5, l=101)
13	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=6, l=210)
14	192.168.10.4	Access-challenge(11) (id=6, l=117)
15	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=7, l=258)
16	192.168.10.4	Access-challenge(11) (id=7, l=149)
17	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=8, l=210)
18	192.168.10.4	Access-challenge(11) (id=8, l=101)
19	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=9, l=210)
20	192.168.10.4	Access-Accept(2) (id=9, l=179)

Gambar 6. PEAP dengan TLS *full handshake*

1	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=10, l=126)
2	192.168.10.4	Access-challenge(11) (id=10, l=64)
3	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=11, l=399)
4	192.168.10.4	Access-challenge(11) (id=11, l=214)
5	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=12, l=195)
6	192.168.10.4	Access-challenge(11) (id=12, l=101)
7	192.168.20.7	Access-Request(1) (id=13, l=210)
8	192.168.10.4	Access-Accept(2) (id=13, l=166)

Gambar 7. PEAP dengan TLS *resume handshake*

Berikutnya penulis menguji apakah formula dari Saber Zrelli dan Yoichi Shinoda [12] juga berlaku dengan data yang dikumpulkan oleh penulis. Berikut rumusan formula tersebut:

$$A_{Lat} = Nbmsg * \frac{Lat}{2} + PrTime \quad (1)$$

dimana,

$A_{Lat}$  = waktu minimum *authentication delay*

$Nbmsg$  = jumlah pertukaran pesan (*round-trip* x 2)

$Lat$  = *network latency*

$PrTime$  = waktu pemrosesan / komputasi

Penulis memasukkan data dari hasil pengujian dari kondisi jaringan **B** (20 ms) pada tabel II, dimana pada pengujian tersebut didapat nilai *authentication delay* minimum adalah sebesar 265 ms.

$$A_{Lat} = Nbmsg * Lat/2 + PrTime$$

$$265 = 20 * 20/2 + PrTime$$

$$265 = 20 * 10 + PrTime$$

sehingga didapat:

$$PrTime = 265 - 200 = 65 \text{ ms} \quad (\text{tanpa } session \text{ resumption})$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai  $PrTime$  sebesar 65 ms, dimana sisanya 200 ms merupakan waktu yang dihabiskan oleh proses transmisi di jaringan dari tiap-tiap paket/pesan dari sisi client ke server dan sebaliknya. Untuk membuktikan bahwa persamaan (1) berlaku untuk kondisi jaringan dengan *network latency* yang berbeda, maka penulis memasukkan data dari hasil pengujian dari kondisi jaringan **C** (30 ms) dan **D** (40 ms).

$$A_{Lat} = 20 * 30/2 + 65$$

$$= 20 * 15 + 65$$

$$= 365 \text{ ms}$$

(2)

$$A_{Lat} = 20 * 40/2 + 65$$

$$= 20 * 20 + 65$$

$$= 465 \text{ ms}$$

(3)

Dari hasil perhitungan juga didapat bahwa persamaan (1) dapat digunakan untuk menghitung  $A_{Lat}$  ketika fitur *TLS session resumption* dalam keadaan aktif, seperti yang terlihat pada perhitungan dibawah ini (kondisi jaringan **B** (20 ms) pada tabel III):

$$A_{Lat} = Nbmsg * Lat/2 + PrTime$$

$$86 = 8 * 20/2 + PrTime$$

$$86 = 8 * 10 + PrTime$$

sehingga didapat:

$$PrTime = 86 - 80 = 6 \text{ ms} \quad (\text{session resumption aktif})$$

### C. Pengujian Tahap Kedua

Pada pengujian tahap kedua ini, penulis menggunakan spesifikasi server yang berbeda (AMD Athlon II X4 620 dengan *clock speed* 2,6 GHz) guna mengetahui seberapa besar pengaruh komputasi *power* pada parameter  $PrTime$ . Komponen yang berbeda pada pengujian ini hanya pada spesifikasi server, khususnya CPU, sedangkan komponen lainnya tetap sama seperti pada pengujian tahap pertama, baik itu *cipher suite* yang digunakan, panjang kunci RSA, kondisi *network latency* pada jaringan dan juga prosedur / tahapan-tahapan yang dilakukan.

Tabel VI. *Authentication delay* (millisecond) tanpa menggunakan *session resumption*

	A	B	C	D	E
1	152	256	354	448	552
2	150	251	351	454	557
3	148	252	356	451	562
4	151	253	352	450	559
5	154	255	351	459	555

Tabel VII. *Authentication delay* (millisecond) dengan menggunakan *session resumption*

	A	B	C	D	E
1	46	87	127	167	207
2	47	87	126	167	207
3	47	87	127	167	207
4	47	87	127	167	207
5	47	87	127	167	207

Tabel VIII. *Authentication delay* (millisecond) tanpa menggunakan *session resumption*

	F	G	H	I	J
1	1053	1557	2048	2562	3051
2	1053	1554	2056	2559	3050
3	1056	1556	2055	2558	3054
4	1052	1553	2051	2557	3057
5	1052	1554	2057	2560	3051

Tabel IX. *Authentication delay* (millisecond) dengan menggunakan *session resumption*

	F	G	H	I	J
1	407	607	807	1007	1207
2	407	607	808	1007	1207
3	407	607	807	1007	1207
4	407	607	807	1007	1207
5	407	607	807	1007	1207

Penulis memasukkan data dari hasil pengujian dari kondisi jaringan **B** (20 ms) pada tabel VI, dengan nilai *authentication delay* minimum adalah sebesar 251 ms.

$$A_{Lat} = N_{msg} * Lat/2 + PrTime$$

$$251 = 20 * 20/2 + PrTime$$

$$251 = 20 * 10 + PrTime$$

sehingga didapat:

$$PrTime = 251 - 200 = 51 \text{ ms} \quad (\text{tanpa } session \text{ resumption})$$

Dari keseluruhan data uji yang berjumlah 200 data, terdapat dua data yang mengalami penyimpangan cukup jauh (6 – 7 ms) dari hasil perhitungan minimum *authentication delay* jika menggunakan formula pada persamaan (1) yaitu data pada tabel II kondisi jaringan **A** (10 ms) pengulangan pengujian kedua dan data pada tabel IV kondisi jaringan **G** (150 ms) pengulangan pengujian ketiga. Hal ini dikarenakan ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi total waktu tersebut, misalnya parameter *delay variation* atau *jitter* dan beban komputasi pada perangkat uji yang juga harus menangani beberapa *service* atau *background application* di level sistem operasi. Namun, secara garis besar, keempat faktor dibawah ini merupakan elemen yang memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap kehandalan dan kinerja suatu RADIUS server yang perlu diperhatikan ketika membangun infrastruktur AAA. Adapun keempat faktor tersebut, yaitu:

1. Spesifikasi CPU pada perangkat server
2. Penggunaan fasilitas TLS *session resumption*
3. Pemilihan *cipher suite* dan EAP-Method [5]
4. Kondisi jaringan, khususnya parameter *latency*

## VI. KESIMPULAN

Ketika pihak client dan server sepakat dan mendukung penggunaan *session resumption*, maka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proses otentikasi menjadi jauh lebih singkat. Dari hasil pengujian didapatkan pengurangan waktu sebesar 60,6 - 71 persen.

Selain itu dari hasil pengujian juga dapat disimpulkan bahwa pada saat *authentication server* menggunakan fasilitas TLS *session resumption*, nilai PrTime yang diperlukan jauh lebih rendah (6 ms), artinya server yang sama dapat menangani pemrosesan *authentication request* dengan jumlah yang lebih banyak Hal ini sangat penting pada infrastruktur jaringan Wireless LAN dengan pengguna yang banyak seperti di universitas, dimana *authentication server* tersebut harus menangani otentikasi dari ratusan bahkan ribuan pengguna dalam satu waktu secara simultan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Bohak, L. Buttyan, and L. Dora. An authentication scheme for fast handover between WiFi access points. The 3<sup>rd</sup> Annual International Wireless Internet Conference, Oktober 2007
- [2] A. Palekar, D. Simon, J. Salowey, H. Zhou, G. Zorn, S. Josefsson, Protected EAP Protocol (PEAP) Version 2, Internet Draft, October 2004, work in progress
- [3] A. Pehrsson, TLS session resumption impact on HTTP performance, [http://www.ict.kth.se/courses/IK1550/2G1305/Sample-papers/2G1305\\_Assignment\\_Asa\\_Pehrsson\\_050908.pdf](http://www.ict.kth.se/courses/IK1550/2G1305/Sample-papers/2G1305_Assignment_Asa_Pehrsson_050908.pdf), diakses pada tanggal 4 Juni 2012
- [4] C. Rigney, S. Willens, A. Rubens, W. Simpson, RFC 2865, RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service), June 2000.
- [5] C. Rigney, W. Willats dan P. Calhoun, RADIUS Extensions, RFC 2869, June 2000
- [6] D. Stanley, J. Walker, B. Aboba, Extensible Authentication Protocol (EAP) Method Requirements for Wireless LANs, RFC 4017.
- [7] E. Jon dan William A. Arbaugh, Real 802.11 Security: Wi-Fi Protected Access and 802.11i, Addison-Wesley Professional, 2003
- [8] H. Azhari, Perbandingan Kinerja EAP-TLS, EAP-TTLS dan EAP-PEAP Sebagai Protokol Autentikasi Pada Jaringan Nirkabel, Skripsi. Dept. Ilmu Komputer, FMIPA. IPB. Juli 2011
- [9] H. Mahbub dan Raj Jain, High Performance TCP/IP Networking: Concepts, Issues, and Solutions, Prentice Hall, 2001, New Jersey
- [10] H. Shacham, D. Borch dan E. Rescorla. Client side caching for TLS. Journal ACM Transactions on Information and System Security vol. 7 Issue 4, pp. 553-575, November 2004
- [11] M. McGregor. Cisco CCIE Fundamentals: Network Design and Case Studies. Cisco Press. May 1998
- [12] P. Funk, S. Blake-Wilson, "Extensible Authentication Protocol Tunneled Transport Layer Security (EAP-TTLSv0)", RFC 5281, August 2008.
- [13] S. Hadi, Analisis dan Simulasi Kinerja Protokol RadSec untuk Penanganan Otentikasi Pengguna Jaringan Nirkabel (WLAN) Pada Inter-Domain Roaming, Skripsi FST UIN Syarif Hidayatullah, Juli 2011
- [14] T. Dierks, E. Rescorla, "The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.2," RFC 5246, August 2008.
- [15] Z. Saber, S. Yoichi, "Experimental Evaluation of EAP Performance in Roaming Scenarios", in Sustainable Internet 3<sup>rd</sup> Asian Internet Engineering Conference, pp. 86-98, November 2007.

# Aplikasi Trayek Angkutan Menggunakan Metode *Content Management System (CMS)*

Muhammad Yamin Aji Negara

Fakultas Ilmu Komputer Universitas Bina Darma  
Jl. A. Yani No.12 Palembang  
Email: kerak\_tapil@yahoo.com

Nyimas Sopiah

Fakultas Ilmu Komputer Universitas Bina Darma  
Jl. A. Yani No.12 Palembang  
Email: nyimas\_sopiah@mail.binadarma.ac.id

**Abstract**— Transfortasi merupakan salah satu bagian pada kehidupan kita. Sebagai transfortasi umum yang digunakan saat ini di Palembang adalah angkutan umum. Banyaknya jalur yang dilalui pada jalur angkutan umum membuat masyarakat kurang mengetahui informasi daerah-daerah yang berada disekitar jalur angkutan transportasi umum. Tujuan penelitian ini adalah merancang sebuah aplikasi berbasis *web* yang didalamnya terdapat sebuah proses menampilkan peta digital dari rute trayek angkutan umum kota Palembang dengan menerapkan metode *Content Management System (CMS)*. Informasi yang akan ditampilkan dari rute trayek angkutan umum kota Palembang yang bersifat dinamis dan dapat memberi kemudahan bagi pegawai Dinas Perhubungan Kota Palembang dalam mengelola dan mengatur data yang akan diinformasikan.

**Keywords:** *Angkutan Umum, Trayek, Content Management System (CMS)*

## I. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan hal yang sangat penting bagi perekonomian suatu daerah. Tanpa adanya transfortasi perekonomian daerah akan mengaami keterlambatan atau bahkan tidak berjalan sama sekali. Pada suatu perkotaan, untuk menunjang perekonomian daerahnya adalah dengan transfortasi umum menggunakan angkutan. Perencanaan jalur lalu lintas harus diatur dengan sangat hati-hati dan tepat guna agar memberikan suatu rasa nyaman bagi masyarakat (Sudana dan Hadi:2007). Perkembangan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) sangat pesat, karena kemampuannya dalam menampilkan data tekstual, tabular, gambar/raster di atas peta sangat dinamis (Oktari, 2009).

Kota Palembang merupakan salah satu kota yang bayak memiliki transfortasi umum, misalnya bus kota dan angkot (angkutan umum). Ada banyak jurusan yang bakan dilalui oleh penumpang. Kadangkala masyarakat tidak mengetahui lebih rinci mengenai jalur yang dilalui oleh angkutan umum tersebut. Kadang-kadang mereka suka bertanya kepada sopir angkutan umum mengenai jalur yang dilewati.

Jika dihubungkan dengan ruang lingkup transportasi, Dinas Perhubungan merupakan wakil dari Pemerintah yang memiliki kewenangan dalam menangani berbagai masalah dan menentukan kebijakan di dalam penggunaan dan penentuan jalur transpotasi. Saat ini Dinas Perhubungan sudah memiliki website dibawah naungan layanan *e-government* kota

Palembang. Informasi yang ditampilkan *website* Dinas Perhubungan Kota Palembang tersebut terdapat infomasi-informasi berupa berita, album foto, layanan, biodata, kontak, situs terkait dan lain-lain. Website tersebut belum mempunyai jalur trayek angkutan umum.

Berdasarkan latar belakang itulah maka Penuli tertarik untuk merancang aplikasi untuk menampilkan jalur trayek angkutan umum kota Palembang menggunakan *Content management System (CMS)*. Sistem Manajemen Konten/Berita (*Content Management System*) yang lebih dikenal dikenal dengan CMS adalah sebuah aplikasi berbasis *web* yang memiliki sistem yang berorientasi terhadap konten/berita yang memberikan kemudahan kepada para pengguna sekaligus juga pengelolanya. Suatu sistem manajemen berita menampilkan isi dari masing-masing halaman situs dari sebuah *database online* manakala seorang pengunjung meminta halaman tersebut. (Rachdian, Sikumbang, 2007:4-5)

Tujuan penelitian ini adalah membuat aplikasi geografis jalur trayek angkutan umum yang dapat membantu menginformasikan lebih lanjut data-data yang berhubungan dengan objek yang diteliti dan membantu Dinas Perhubungan Kota Palembang dalam menentukan kebijakan dan dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan unsur tersebut yang berbasiskan *web* serta dengan desain yang menarik dan bervariasi.

Sedangkan manfaat yang diharapkan adalah memberikan kemudahan-kemudahan bagi masyarakat dalam mendapatkan informasi mengenai jalur trayek angkutan umum dan tempat-tempat yang berada disekitarnya juga informasi yang berkaitan dengan objek yang diteliti. Kemudian untuk Dinas Perhubungan Kota Palembang dapat mengembangkan sistem informasi yang selama ini telah berjalan, terutama di bidang transportasi angkutan umum dalam mengelola, menjalankan dan mengambil keputusan.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam perancangan sistem ini, Penulis menggunakan metode pengembangan sistem Model Spiral (*Spiral Model*). Metode *Spiral Model* ini adalah pendekatan yang paling *realistic* untuk sistem skala besar. Metode ini menggunakan pendekatan *evolusioner*, sehingga pelanggan dan pengembang dapat mengerti dan bereaksi terhadap suatu resiko yang

mungkin terjadi (Febriansyah, Fathoni dan Jaidan). Model ini memiliki 4 (empat) aktivitas penting yaitu perencanaan (*planning*), analisis resiko (*risk analysis*), produk rekayasa (*engineering*) dan evaluasi pemakai (*customer evaluation*).

**A. Perencanaan**

Dalam tahapan ini penulis melakukan perencanaan dari tahapan awal dari seluruh proses yang akan dibutuhkan untuk masuk ke tahapan selanjutnya. dimulai dari analisis sistem yang saat ini telah berjalan pada Dinas Perhubungan Kota Palembang, kemudian dilanjutkan menentukan tujuan, alternatif pemecahan masalah dan batasan sistem, mendefinisikan sumber-sumber daya, serta ketepatan waktu dalam rekayasa perangkat lunak.

**B. Analisis Resiko (Risk Analysis)**

Saat ini Dinas Perhubungan Kota Palembang telah menerapkan sebuah sistem informasi dalam bentuk sebuah *website* sebagai salah satu media penyampaian informasi terhadap masyarakat luas.

Informasi yang terdapat pada *website* tersebut diantaranya menampilkan informasi secara umum mengenai Dinas Perhubungan Kota Palembang, seperti struktur organisasi, dasar hukum, saran, prasarana, serta galeri kegiatan. Selain itu juga terdapat tampilan perhitungan banyak pengunjung, jadwal shalat, serta menu berita.

Dari informasi-informasi yang ditampilkan pada *website* tersebut menurut penulis informasi-informasi yang terdapat didalamnya dapat ditambahkan lagi. Salah satunya dengan menambahkan sebuah komponen informasi geografis mengenai trayek angkutan umum di kota Palembang berdasarkan ruang lingkup administratif Dinas Perhubungan Kota Palembang.

**1) Analisis Kebutuhan Sistem**

Dalam analisis ini penulis merencanakan merancang sebuah sistem informasi yang didalamnya terdapat sebuah peta digital dari rute trayek angkutan umum yang ada di kota Palembang. Dimana didalam peta digital tersebut terdapat beberapa lapisan (*layer*) yaitu peta wilayah administratif Kotamadya Palembang, jalan, sungai, rawa, bangunan dan rute dari tiap-tiap trayek beserta beberapa informasi mengenai daerah yang dilalui angkutan umum tersebut.

Selain hal di atas yang merupakan tujuan utama, penulis juga menampilkan beberapa menu pendukung diantaranya menu yang menampilkan daftar trayek angkutan umum, menu artikel, menu buku tamu, galeri gambar dari angkutan umum tersebut. Serta menu untuk *link* alamat situs-situs yang ada di kota Palembang.

**2) Manajemen Resiko (Risk Management)**

Perbedaan yang mendasar antara model spiral dengan model lainnya adalah bahwa model spiral dengan eksplisit menyadari resiko-resiko yang ada. Resiko adalah konsep yang sulit didefinisikan secara tepat. Secara informal resiko adalah sesuatu yang sederhana yang dapat menyebabkan kesalahan..

Tahapan pertama yang akan dilakukan dalam manajemen resiko adalah mendefenisikan analisis berupa bahaya yang akan terjadi ketika pembangunan perangkat lunak. Berdasarkan pemantauan (*survey*) lapangan dan *audit* resiko yang terjadi dalam pembuatan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis trayek angkutan umum kota Palembang adalah sebagai berikut :

**Tabel 1. Risk Analysis**

No	Risk	Action
1	Layaknya Perangkat Lunak	Harus memberikan suatu perbedaan dan perubahan dalam perangkat lunak yang dirancang
2	Proses waktu yang panjang	Meminimalisasi waktu meski tetap dengan tujuan awal
3	Biaya Besar	Meminimalisasi pengeluaran pada saat proses pembangunan perangkat lunak tanpa mengurai kuantitatif dari perangkat lunak.
4	Survei	Seiring proses pembangunan, data yang dibutuhkan harus sudah lengkap sehingga dapat dianalisis terlebih dahulu dan akan disurvei untuk kesesuaian data

Berdasarkan resiko di atas, terdapat tindakan yang dapat dilakukan sehingga dapat mengurangi resiko tersebut.

a. Layaknya perangkat lunak

Sebagai sebuah gambaran sistem informasi yang dirancang didalamnya terdapat informasi dalam bentuk peta digital, selain itu perangkat lunak ini menggunakan CMS dalam perancangan sehingga mempermudah seorang admin dalam pengaturan item-item dari informasi yang ditampilkan.

b. Proses waktu yang panjang

Membangun perangkat lunak dalam skala besar merupakan aktifitas yang membutuhkan waktu yang sangat panjang, sehingga akan sangat lama, bisa satu bulan, dua bulan, atau bahkan dua tahun untuk menunggu perangkat lunak tersebut siap untuk digunakan. Dengan adanya proses yang panjang tersebut maka penulis menganalisis proses waktu.

Seperti telah dijelaskan diawal perancangan sebuah sistem informasi geografis merupakan sebuah sistem dengan ukuran skala proyek yang besar, oleh karena itu dalam proses produksi peta digital ini penulis menggunakan peta digital yang telah diproduksi sebelumnya oleh salah satu pihak pengembang swasta, selanjutnya penulis menyesuaikan peta tersebut dengan kebutuhan penelitian ini.

c. Biaya yang besar

Dampak dari proses waktu yang panjang akan menimbulkan biaya besar pada saat proses pembangunan perangkat lunak ini, dengan demikian yang harus dilakukan yaitu dengan cara meminimalisasi pengeluaran

pada saat proses pembangunan perangkat lunak tanpa mengurai *kuantitatif* (mutu) dari perangkat lunak.

Seperti yang telah dikemukakan di atas semakin lama proses perekayasa semakin banyak pula biaya yang dikeluarkan, menurut perhitungan penulis biaya yang dikeluarkan untuk memulai pembuatan sebuah peta digital akan lebih mahal dibandingkan mengembangkan peta yang telah diproduksi sebelumnya, perhitungan tersebut dapat berupa biaya pengadaan perangkat keras maupun pemeliharannya, maupun biaya survei untuk kesesuaian di lapangan secara keseluruhan

d. Survei

Dalam hal ini survei akan dilakukan setelah semua data baik yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Palembang maupun dari pihak lainnya yang masih berhubungan, untuk menjadikan perangkat lunak yang realistis maka harus dilakukan survei untuk mendapatkan sebuah titik yang realistis juga dan ini akan membutuhkan waktu yang panjang. Dengan demikian data berupa rute trayek angkutan umum kota Palembang akan dilakukan survey

C. Produk Rekayasa (Engineering)

Peralatan yang digunakan dalam pengembangan Sistem Informasi Geografis Trayek Angkutan Umum Penumpang Umum Kota Palembang ini meliputi :

Dalam hal ini perangkat lunak (*Software*) yang digunakan adalah 1) Sistem Operasi *Microsoft Windows XP Professional version 5.1.2600 Service Pack 2*, 2) Paket Instalasi *Webserver ms4w* versi 1.2.2 (*Apache version 2.0.54*, *PHP version 4.3.11*, *MapServer CGI 4.4.2*, *4.6.1*, *PHPMapScript 4.4.2*, *4.6.1*, *gdal/ogr utilities*, *mapserver utilities*, *OGR/PHP Extension 1.0.0*, *OWTChart 1.2.0*), 3) *Application GIS Desktop ArcView* Versi 3.3, 4) *Internet Explorer Version 6.0.2900.2180*, 5) *Text Editor NotePad* dan *Ms. Office 2007*, 6) *Design and editing application for building websites Macromedia Dreamweaver version 8*, 7) *Database – MySQL version 5.0.51a*, 8) *Image Editor Adobe Photoshop CS3* dan 9) *CMS Joomla! 1.0.15-Stable-Full\_Package*.

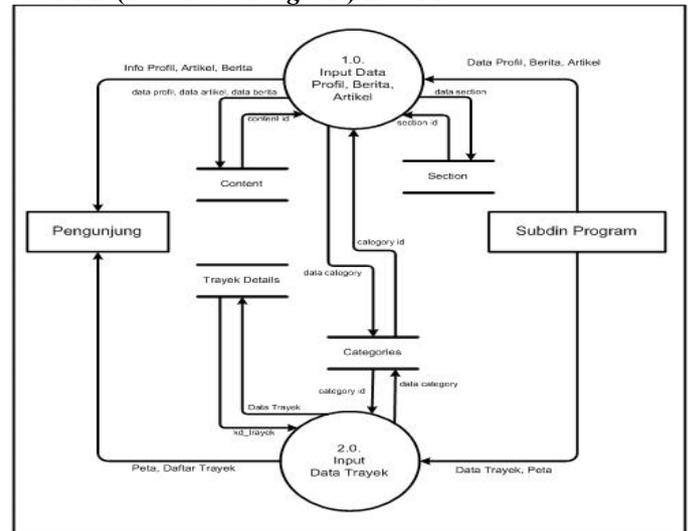
Untuk menunjang jalannya sistem ini, perangkat keras yang dibutuhkan dengan spesifikasi minimum yaitu 1) *Processor – Intel Pentium III CPU 450 MHz*, 2) *RAM - SDRAM 384 MB*, 3) *Hard Disk Drive - 20 Gbyte*, 4) *VGA- 32 MB*, 5) *Monitor – 15 inch*, 6) *Mouse* dan 7) *Keyboard*.

Perancangan pada penelitian ini menggunakan DFD (*Data Flow Diagram*). *Data Flow Diagram (DFD)* adalah suatu model logika atau proses data yang dibuat untuk menggambarkan dari mana asal dan kemana tujuan data yang keluar dari sistem, di mana data disimpan, proses apa yang menghasilkan data tersebut dan interaksi antar data yang tersimpan dan proses yang dikenakan pada data tersebut (Aziz dan Pujiyanto, 2006).



Gambar 1. Diagram Level 0

DFD (*Data Flow Diagram*) Level 1



Gambar 2. Diagram Level 1

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi *web* yang dibuat terdapat beberapa menu yang akan memberikan sejumlah informasi, baik dari dalam instansi, wilayah Kota Palembang dan Sistem Informasi Geografis Trayek Angkutan Umum Penumpang Umum Kota Palembang.

Untuk tahap pengembangan selanjutnya aplikasi ini akan berjalan pada *web hosting* dan perkembangan yang akan lebih baik jika telah melewati tahap *Customer Evaluation* serta pengamatan yang baik.

1) Tampilan Menu Daftar Angkutan



Gambar 3. Tampilan Menu Daftar Angkutan

- DFD (*Data Flow Diagram*) Level 0

Dalam menu info angkutan ini penulis menampilkan daftar trayek angkutan berdasarkan tipe angkutan dan status trayek.

Pengunjung dapat mencari informasi trayek angkutan ini berdasarkan kategori di atas.

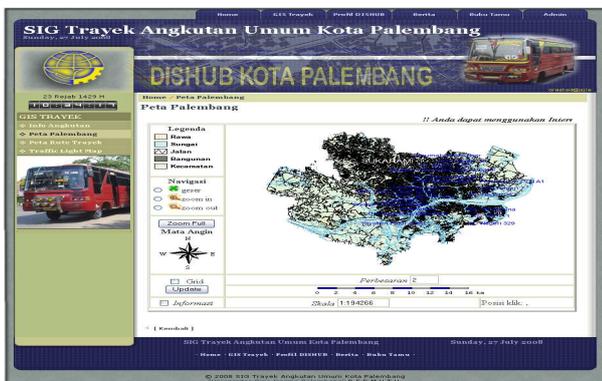
## 2) Tampilan Menu Peta Palembang, Rute Trayek, Traffic Light Map

Menu ini merupakan pokok bahasan dari penelitian ini, yang mana didalamnya menampilkan peta digital untuk rute trayek angkutan umum yang ada didalam wilayah administrasi kota Palembang.

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian awal peta yang ditampilkan terdapat proses navigasi yang terdiri dari proses pergeseran (*pan/grap*), perbesaran (*zoom in*), perkecilan (*zoom out*), serta pengembalian pada kondisi awal skala peta saat pertama kali ditampilkan (*zoom full*). Selain proses navigasi ini juga terdapat proses perbesaran dengan meng-*input*-kan nilai yang dikehendaki oleh pengguna (*user*), yang berada pada posisi dibawah peta

Dalam tampilan peta digital ini juga terdapat informasi-informasi secara umum untuk sebuah peta dalam bentuk konvensional yaitu informasi legenda, nilai skala berdasarkan proses navigasi yang dilakukan, skala bar, arah mata angin serta sebuah proses untuk menampilkan garis lintang dan bujur (*grid*).

Didalam peta digital ini terdapat beberapa *layer* yang penulis gunakan yang ditampilkan pada legenda peta yaitu terdiri dari 5 (lima) *layer* : *layer* wilayah administratif kota Palembang, jalan, sungai, bangunan dan *layer* rute dari trayek angkutan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4. Tampilan Menu Peta Palembang

## IV. SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem ini akan menyimpan data dan informasi mengenai rute trayek angkutan umum di kota Palembang.
2. Sistem ini menghasilkan peta yang harus dilalui untuk trayek angkutan umum di kota Palembang.
3. Pengguna sistem ini dibedakan menjadi dua jenis yaitu pengguna yang berstatus *administrator* (dapat menggunakan semua fasilitas yang disediakan sistem) dan pengguna berstatus *user* (memiliki otoritas di bawah *administrator* karena tidak dapat melakukan penambahan atau pengeditan data).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Febriansyah dan Fathoni dan Jaidan, "Modul Rekayasa Perangkat Lunak", Universitas Bina Darma Palembang, 2005.
- [2] Oktari, Dian, "Sistem Informasi Geografis Radio Internet", Jurnal Meteorologi dan Geofisika Volume 10 Nomor 2 November 2009.
- [3] Pressman, Roger, "Rekayasa Perangkat Lunak", Yogyakarta: Andi, 2007.
- [4] Pujiono, Slamet dan Aziz, Muhammad, "Sistem Informasi Geografis berbasis Desktop dan Web", Yogyakarta: Gava Media, 2006.
- [5] Rachdian, Adhi dan Sikumbang, Andy, "Mastring CMS dengan Mambo/Joomla", Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2006.
- [6] Sudana, Oka A.A.K. dan Hadi Daniel, "Sistem Informasi Geografis Inventarisasi Ruas Jalan dan jembatan di Kota Denpasar", Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol.11 No.2, Juli 2007.
- [7] Sutarman, "Membangun aplikasi Web dengan PHP dan MySQL", Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.

# Kombinator-Y Untuk Melakukan Memoizing Fungsi Rekursif

Subandijo  
School of Computer Science Binus University, Jakarta, Indonesia,  
subandijo1030@gmail.com

**Abstract** — Artikel ini membahas bagaimana mencari solusi suatu fungsi rekursif seperti bilangan Fibonacci atau faktorial tanpa menggunakan perulangan. Untuk itu fungsi rekursif dipandang sebagai *fixed-point* suatu fungsi non-rekursif. Untuk menghitung *fixed-point*, kita dapat menggunakan Kombinator-Y, suatu fungsi non-rekursif untuk melakukan *memoizing* fungsi rekursif. Metode ini secara signifikan bisa mengurangi waktu eksekusi fungsi rekursif.

**Kata Kunci** : *memoizing*, fungsi rekursif, *fixed-point*, Kombinator-Y, JavaScript

## I. PENDAHULUAN

Setiap fungsi rekursif terdiri dari dua bagian yaitu *base case* dan *reduction step*. *Base case* digunakan untuk mengakhiri pemanggilan fungsi dengan tujuan untuk menghindari terjadinya *infinite looping*. sedangkan *reduction step* digunakan untuk mengurangi nilai parameter. Pengurangan nilai parameter dilakukan sampai ketemu *base case*. Contoh klasik adalah sekuen bilangan Fibonacci:  $Fib(0) = 0$  dan  $Fib(1) = 1$  adalah *base case* sedangkan  $Fib(n) = Fib(n-1) + Fib(n-2)$  adalah *reduction step*. Setiap kali definisi rekursif dieksekusi, nilai  $n$  dikurangi dengan 1 atau 2 sampai didapat  $n = 0$  atau  $n = 1$ .

Fungsi rekursif umumnya lebih sederhana dan lebih mudah dipahami daripada iterasi karena sebagian dari beban yang menjadi tanggung jawab pemrogram dialihkan ke sistem. Dengan alasan ini penyelesaian suatu masalah menggunakan pendekatan rekursif banyak disukai oleh seorang pemula karena kesederhanaanya. Tetapi hal ini membutuhkan konsekuensi lain yaitu eksekusi fungsi rekursif jauh lebih lambat dan sekaligus membutuhkan memori yang lebih besar daripada iterasi. Hal ini disebabkan hasil pemanggilan fungsi tidak langsung dihitung tetapi ditumpuk terlebih dulu di *stack* sebelum nantinya dihitung kembali setelah *base case* dicapai.

Pendekatan lain yang lebih menjanjikan adalah, fungsi rekursif disajikan sebagai *fixed-point* yang mengijinkan digunakannya pendekatan *memoizing* kombinator *fixed-point*. Pendekatan kombinator ke rekursif memungkinkan

pemanggilan internal ke fungsi rekursif dapat dilakukan secara otomatis sehingga tidak membebani waktu eksekusi. Sebagai ilustrasi pandang implementasi fungsi rekursif untuk menghitung bilangan Fibonacci di bawah ini.

```
unsigned long Fib(int n) {  
    if (n<=2) return 1  
    else return (Fib(n-1) + Fib(n-2));  
}
```

Kode tersebut adalah *tree-recursive* dengan waktu eksekusi *exponential time*. Menggunakan *memoizing* kode ini dapat dimodifikasi tanpa meninggalkan sifat kemudahan untuk dibaca dengan waktu eksekusi *linear time*.

Secara eksplisit masalah yang dibahas artikel ini adalah sangat lambatnya waktu eksekusi suatu fungsi rekursif sehingga diperlukan adanya suatu pendekatan baru. Dengan demikian tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk menemukan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi waktu eksekusi fungsi rekursif secara signifikan. Metode tersebut adalah Kombinator-Y. Artikel ini membahas bagaimana Kombinator-Y melakukan *memoizing* fungsi rekursif.

## II. MEMOIZING FUNGSI REKURSIF

Rózsa Péter (aslinya Politzer ) adalah ibu dari teori fungsi rekursif<sup>[1]</sup> . Ia mempunyai banyak kontribusi dalam pengembangan teori matematika tetapi namanya kurang dikenal dibandingkan dengan Godel, Turing, Churh dan Kleene. Ia menyajikan makalah tentang fungsi rekursif di International Congress of Mathematicians di Zurich tahun 1932, di mana untuk pertama kalinya ia mengusulkan agar fungsi rekursif dipelajari secara terpisah sebagai subbidang dari matematika. Sebelumnya Godel menggunakan fungsi rekursif hanya sebagai alat untuk mempelajari *incompleteness*. "Mathematics is Beautiful," adalah judul kuliah terbuka yang diberikan Peter kepada guru dan siswa sekolah menengah dan diterbitkan dalam jurnal *Mathematik in der Schule 2* tahun 1964. Terjemahannya dalam bahasa Inggris dilakukan oleh

Leon Harkleroad dari Cornell University dan diterbitkan di *The Mathematical Intelligencer* 12 tahun 1990 halaman 58-64.

Di komputasi, rekursif adalah metode di mana solusi suatu masalah tergantung pada obyek yang lebih kecil dalam masalah yang sama. Pendekatan ini dapat digunakan untuk banyak tipe masalah dan merupakan salah satu gagasan utama di komputasi. Kekuatan dari rekursif terletak pada kemungkinan untuk mendefinisikan himpunan obyek tidak berhingga dengan pernyataan yang berhingga. Sebagian besar bahasa pemrograman mendukung rekursif dengan mengizinkan fungsi untuk memanggil dirinya sendiri. Sejumlah bahasa pemrograman fungsional tidak mendefinisikan konstruksi *looping* tetapi hanya menyajikan rekursif untuk mengulangi pemanggilan kode. Teori komputasi telah membuktikan bahwa bahasa yang hanya mengenal rekursif secara matematis setara dengan bahasa imperatif dalam arti mereka bisa menyelesaikan masalah yang sama meskipun tanpa struktur kontrol seperti “*while*” dan “*for*”.

#### A. MEMOIZING

Di komputasi, *memoizing*, kerap ditulis sebagai *memoization*, diartikan sebagai metode yang digunakan untuk meningkatkan kecepatan program komputer dengan cara menghindari pengulangan kalkulasi hasil sebelumnya pada saat dilakukan pemanggilan fungsi berikutnya yang tidak lain adalah rekursif<sup>[2]</sup>. *Memoizing* menggunakan teknik *caching* yang bisa memperbaiki kinerja *software* yang menggunakan pengulangan kalkulasi. Disejumlah bahasa pemrograman fungsional, *memoizing* dikenal dengan nama *tabling* atau *lookup table*. Istilah *memoizing* berasal dari kata Latin *memorandum* dan pertama kali dikenalkan oleh Michie<sup>[3]</sup>. Pandang fungsi berikut untuk menghitung factorial bilangan n:

```
function faktorial (n adalah integer non-negatif)
  if n = then return 1
  else return faktorial (n-1) * n
end if
end function
```

Versi *non-memoizing* di atas, yang melibatkan algoritma rekursif, akan memerlukan n+1 pemanggilan fungsi sebelum sampai pada hasil akhir dan setiap pemanggilan akan memerlukan *time cost*. Tergantung pada karakteristik mesinnya, *time cost* adalah jumlah dari komponen *cost* untuk kegiatan berikut: membentuk kerangka *stack* pemanggilan fungsi, membandingkan n dengan 0, mengurangi n dengan 1, membentuk kerangka *stack* pemanggilan fungsi berikutnya, mengalikan hasil pemanggilan fungsi dengan n dan menyimpan nilai balik sehingga nantinya dapat digunakan kembali jika diperlukan.

Fungsi faktorial versi *memoizing* adalah sebagai berikut:

```
function faktorial ( n adalah integer non-negatif)
  if n di dalam lookup-table then return lookup-table-
  value-for-n
  else if n = 0 then return 1
  else let x = faktorial (n-1) * n
  store x in lookup-table in the n position
  return x
end if
end function
```

Dalam contoh ini, jika faktorial pertama kali dipanggil dengan nilai 5 dan kemudian dipanggil lagi dengan nilai lebih kecil atau sama dengan lima, nilai baliknya juga akan di *memoizing* karena faktorial dipanggil secara sekursif dengan nilai 5, 4, 3, 2, 1, dan 0 dan nilai balik untuk setiap pemanggilan juga akan disimpan. Jika kemudian fungsi dipanggil lagi dengan nilai yang lebih besar daripada 5, 7 misalnya, mmaka hanya 2 pemanggilan rekursif yang dilakukan (7 dan 6) sebab nilai 5! telah disimpan pada pemanggilan sebelumnya. Dengan cara ini *memoizing* memungkinkan fungsi menjadi lebih efisien waktu eksekusinya. Makin kerap dipanggil makin lebih efisien yang pada akhirnya berujung pada kecepatan yang meningkat. Dengan demikian manfaat umum dari *memoizing* adalah ia menawarkan reduksi waktu eksekusi dan potensi memperbaiki kinerja secara keseluruhan tergantung pada apa yang ingin kita capai. Secara khusus is bermanfaat untuk mendeteksi aras rekursif yang ada pada program aplikasi yang kita rancang.

#### B. REKURSIF SEBAGAI FIXED-POINT

Mahasiswa yang mengambil matakuliah kalkulus sudah lama mengenal istilah rekursif dan *fixed-point* hanya saja mereka tidak pernah menyadarinya. Persamaan  $x = x^2 - 2$  dipandang sebagai fungsi rekursif oleh pemrogram karena x didefinisikan sebagai suku dirinya sendiri. Jika ditanya untuk menyelesaikan persamaan tersebut untuk mencari nilai x maka ia akan diubah menjadi persamaan kuadrat. Akan tetapi ada cara lain yang dapat dilakukan untuk menyatakan dan mencari nilai x yaitu *fixed-point*. Relasi antara rekursif dan *fixed-point* secara ekselen dibahas oleh Goldberg<sup>[4]</sup>.

Ada banyak teori *fixed-point* tetapi yang paling terkenal adalah teori *fixed-point* L. E. J. Brouwer, seorang pakar matematika asal Belanda. Secara sederhana beliau menyatakan bahwa *fixed-point* dari suatu fungsi f adalah masukan yang sama dengan keluarannya, yaitu x adalah *fixed-point* dari fungsi f jika  $x = f(x)$ . Sebagai contoh 0 dan 1 adalah *fixed-point* dari fungsi  $f(x) = x^2$  sebab  $0 = 0^2$  dan  $1 = 1^2$ . *Fixed-point* fungsi order-satu, fungsi integer misalnya, adalah suatu nilai dengan order-satu sedangkan *fixed-point* fungsi order-tinggi f adalah fungsi lain p sedemikian hingga  $p = f(p)$ . Sejumlah fungsi tidak mempunyai *fixed-point* sedangkan sejumlah fungsi lain mempunyai banyak *fixed-point*. Notasi  $\text{Fix}(f)$  digunakan untuk menyatakan himpunan *fixed-point* fungsi f. Definisikan fungsi  $f(x) = x^2 - 2$ . Kemudian amati bahwa persamaan awal dapat ditulis kembali dalam bentuk “  $x = f(x)$  “. Dengan kata lain solusi dari persamaan tersebut adalah

*fixed-point* dari fungsi  $f$ , yaitu  $\text{Fix}(f) = \{-1, 2\}$  yang dapat diverifikasi sebagai berikut

$$\begin{aligned} f(-1) &= (-1)^2 - 2 = 1 - 2 = -1 \\ f(2) &= (2)^2 - 2 = 4 - 2 = 2 \end{aligned}$$

atau menggunakan grafik yaitu titik potong antara  $y = x$  dan  $y = x^2 - 2$ .

Secara sepintas kekuatan dari teknik berikut adalah observasi yang menyatakan bahwa setiap saat kita punya definisi fungsi rekursif dalam bentuk " $x = f(x)$ " maka  $x$  didefinisikan sebagai *fixed-point*. Triknya adalah mencari jalan untuk menemukan *fixed-point* jika persamaan berbentuk " $f = F(f)$ ", di mana nilai  $f$  bukanlah bilangan tetapi fungsi. Kombinator-Y dapat digunakan untuk menemukan *fixed-point*.

### III. KOMBINATOR-Y

Kombinator *fixed-point*, kerap ditulis kombinator *fixpoint*, adalah fungsi order tinggi yang menghitung *fixed-point* fungsi lain. Dengan demikian kombinator *fixed-point* adalah fungsi  $g$  yang menghasilkan *fixed-point*  $p$  untuk sembarang fungsi  $f$  sebagai berikut:

$$g(f) = p, \text{ di mana } p = f(p)$$

atau

$$g(f) = f(g(f)).$$

Karena kombinator *fixed-point* adalah fungsi order tinggi maka secara historis ia berhubungan langsung dengan pengembangan  $\lambda$ -kalkulus. Dalam penelitiannya tentang  $\lambda$ -kalkulus dan *combinatoric logic* Haskell B. Curry menemukan paradoks kombinator *fixed-point* yang disebutnya sebagai Kombinator-Y<sup>[5]</sup>. Kombinator ini merupakan kombinator *fixed-point* yang paling terkenal dan mungkin paling sederhana<sup>[6]</sup>. Secara spesifik relasi antara Kombinator-Y dan  $\lambda$ -kalkulus dibahas oleh Park<sup>[7]</sup>.

Secara formal Kombinator-Y didefinisikan sebagai

$$Y = \lambda f. (\lambda x. f (x x)) (\lambda x. f (x x))$$

Dapat dibuktikan fungsi ini adalah kombinator *fixed-point* dengan cara mengaplikasikannya ke fungsi  $g$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y g &= (\lambda f. (\lambda x. f (x x)) (\lambda x. f (x x))) g \\ &= (\lambda x. g (x x)) (\lambda x. g (x x)) \\ &= (\lambda y. g (y y)) (\lambda x. g (x x)) \\ &= g ((\lambda x. g (x x)) (\lambda x. g (x x))) \\ &= g (Y g) \end{aligned}$$

Landasan teoritis reduksi  $Y g = g (Y g)$  untuk kombinator  $Y$  diberikan oleh Wadsworth<sup>[8]</sup> dan Turner<sup>[9]</sup>. Mereka berdua mendefinisikan dan membuktikan kebenaran formula di atas menggunakan observasi bahwa *cyclic rule* semata-mata hanyalah optimasi dari *ordinary rule*. Pembuktian menghindari penggunaan *infinite tree* untuk menerangkan *cyclic graph*. Ide dasarnya adalah memandang reduksi dengan *cycle* sebagai optimasi reduksi tanpa *cycle*. Bukti lain dari

pendekatan ini disajikan oleh Farmer, Ramsdell dan Watro<sup>[10]</sup>.

Kombinator-Y membutuhkan fungsional sebagai masukan dan mengembalikan *fixed-point* unik dari fungsional tersebut. Fungsional adalah fungsi yang memerlukan fungsi sebagai masukan. Dengan demikian *fixed-point* fungsional merupakan fungsi.

Menggunakan konsep fungsional dan *fixed-point* kita dapat mengeliminasi rekursif suatu fungsi melalui dua langkah yaitu pertama cari fungsional yang *fixed-point* nya adalah fungsi rekursif yang kita cari dan kedua cari *fixed-point* suatu fungsional tanpa rekursif Langkah pertama hanya memerlukan transformasi sederhana sedangkan Kombinator-Y akan menangani langkah kedua.

#### A. DERIVASI KOMBINATOR-Y

$\lambda$ -kalkulus, bahasa di mana Kombinator-Y biasanya disajikan, adalah bahasa pemrograman yang hanya memuat fungsi anonim, fungsi aplikasi dan variabel referensi. Kombinator-Y memungkinkan fungsi anonim untuk memanggil dirinya sendiri, sehingga ia memungkinkan terjadinya fungsi rekursif anonim. Karena fungsi anonim tidak punya nama mereka tidak dapat merujuk dirinya sendiri dengan mudah.

Kombinator-Y adalah konstruksi yang bisa membantu mereka untuk merujuk dirinya sendiri. Disejumlah bahasa yang mendukung penggunaan fungsi anonim, kombinator *fixed-point* dapat digunakan untuk mendukung penggunaan fungsi rekursif anonim yaitu ketidak-harusan adanya pengikatan fungsi tersebut ke identifier. Dalam kasus ini, kombinator *fixed-point* kadang-kadang disebut rekursif anonim.

Notasi  $\lambda v = e$  dibaca sebagai fungsi  $\lambda$  yang memetakan masukan  $v$  menjadi keluaran  $e$ . *JavaScript* mendukung penggunaan fungsi anonim sebagai berikut:

$$\lambda v = e \quad \text{==} \quad \text{function (v) \{ return (e); \}}$$

Sehingga jika kita bisa menemukan cara untuk menyajikan Kombinator-Y dalam  $\lambda$ -kalkulus maka kita dapat menyajikannya pula dalam *JavaScript*<sup>[11]</sup>.

Untuk menderivasi Kombinator-Y, kita mulai dengan sifat-sifat inti masalahnya. Jika diberikan Kombinator-Y suatu fungsional  $F$  maka  $Y(F)$  haruslah berbentuk *fixed-point* sebagai berikut

$$Y(F) = F(Y(F))$$

Translasi definisi ini dalam *JavaScript* adalah

$$\text{function Y(F) \{ return F(Y(F)); \}}$$

Jika fungsi ini dieksekusi jelas tidak akan berjalan karena fungsi  $Y$  akan memanggil dirinya sendiri yang berarti rekursif tak berhingga.

Menggunakan notasi  $\lambda$ -kalkulus kita menulis pemanggilan  $Y$  dalam bentuk

$$Y(F) = F(\lambda x. (Y(F))(x))$$

Selanjutnya jika kita memanggil fungsi  $Y$ , ia akan langsung memanggil fungsi  $F$  dan mengirim parameter  $(\lambda x. (Y(F))(x))$  yang setara dengan *fixed-point*. Pernyataannya di *JavaScript* adalah sebagai berikut:

```
function Y(F) { return F(function (x) { return  
(Y(F))(x); } ); }
```

Aktualnya fungsi akan mencari *fixed-point* dari fungsional dan kita dapat menggunakannya untuk mengeliminasi rekursif. Tentu saja, seperti tertulis pada formula, fungsi Y memanggil dirinya sendiri secara rekursif, sehingga faktanya kita tidak mengeliminasi rekursif. Kita hanya memindahkan kedalaman ke dalam fungsi Y. Menggunakan konstruksi lain yang disebut Kombinator-U kita dapat mengeliminasi pemanggilan rekursif di dalam Kombinator-Y menggunakan transformasi yang lebih banyak sebagai berikut:

$$Y = (\lambda h. \lambda F. F(\lambda x. ((h(h))(F))(x)))$$
$$(\lambda h. \lambda F. F(\lambda x. ((h(h))(F))(x)))$$

Dalam formula ini sisi bagian kiri sama sekali tidak memuat referensi ke Y.

## B. IMPLEMENTASI KOMBINATOR-Y

Sembarang bahasa tanpa tipe yang mengizinkan penggunaan fungsi anonim seperti JavaScript dapat digunakan untuk menyajikan Kombinator-Y tanpa rekursif, iterasi dan efek samping. Tanpa harus memahami bagaimana Kombinator-Y bekerja, kita tetap dapat melihat aksinya dan menverifikasi bahwa tidak ada rekursi dan iterasi yang digunakan. Contoh berikut adalah penggalan kode bagaimana menyajikan fungsi faktorial tanpa rekursif.

```
// Bagian pertama  
var Y = function (F) {  
  return function (x) {  
    return F(function (y) { return (x(x))(y); });  
  }  
  (function (x) {  
    return F(function (y) { return (x(x))(y); });  
  });  
};  
  
// Bagian kedua  
var FactGen = function (fact) {  
  return function (n) {  
    return ((n == 0) ? 1 : (n*fact(n-1)));  
  };  
};
```

Ada dua catatan yang perlu ditambahkan untuk lebih memahami dua penggalan kode di atas. Catatan di bagian pertama adalah suatu fungsional adalah fungsi yang mengambil fungsi lain sebagai input. Kombinator-Y mencari *fixed-point* fungsional dikirim sebagai argumen sehingga ia memenuhi sifat  $Y(F) = F(Y(F))$ . Catatan di bagian kedua adalah semua fungsi di atas adalah anonim. *FactGen* adalah fungsional yang *fixed-point* nya adalah faktorial sehingga jika mengirim fungsi faktorial ke *FactGen* kita akan menerima kembali fungsi faktorial. Karena Kombinator-Y mengembalikan *fixed-point* suatu fungsional, aplikasi

Kombinator-Y ke *FactGen* akan mengembalikan fungsi faktorial. Perlu dicatat juga bahwa Y dan *FactGen* tidak merujuk dirinya sendiri.

Definisi Kombinator-Y hanya memuat tiga tipe ekspresi yaitu : fungsi anonim, variabel referensi dan fungsi aplikasi. Setiap fungsi anonim mempunyai bentuk *function (argumen) { return ekspresi; }*. Kombinator-Y adalah ekspresi tertutup dalam arti tidak ada referensi eksplisit ke variabel di luar atau ke dirinya sendiri. Dengan demikian tidak ada rekursi, iterasi atau mutasi.

Kombinator-Y memungkinkan terjadinya transformasi dari fungsi rekursif ke fungsi non- rekursif. Jika kita mempunyai fungsi rekursif f sebagai berikut

```
function f (arg) {  
  ... f ...  
}
```

maka definisi ini dapat ditransformasi ke bentuk non-rekursif sebagai berikut

```
var f = Y(function(g) { return (function (arg) {  
  ... g ...  
}); });
```

## IV. MEMOIZING KOMBINATOR-Y

Kombinator-Y adalah hasil signifikan dari pengembangan teori komputasi dan teori bahasa pemrograman. Ia menawarkan pendekatan lain untuk memahami fungsi *nontrivial* dalam bentuk *fixed-point*, bukannya paradigma baku rekursif dan iterasi.

Andaikan kita mendefinisikan fungsi rekursif menggunakan paradigma fungsional-*fixed-point*. Pertanyaannya, bisakah kita membentuk kombinator *fixed-point* yang secara otomatis memberikan kinerja yang lebih baik bagi fungsi tersebut? Jawabannya bisa. Kita bisa membentuk *memoizing* kombinator *fixed-point*: kombinator yang serupa dengan Kombinator-Y untuk melakukan *caching* hasil sementara pemanggilan fungsi. Sebagai contoh, definisi baku fungsi rekursif Fibonacci yang memuat dua pemanggilan rekursif sehingga kompleksitas waktunya eksponensial adalah sebagai berikut:

```
function fib(n) {  
  if (n == 0) return 0 ;  
  if (n == 1) return 1 ;  
  return fib(n-1) + fib(n-2) ;  
}
```

Kita bisa mendefinisikan ulang fungsi Fibonacci menggunakan Kombinator-Y sebagai berikut:

```
var fib = Y(function (g) { return (function (n) {
```

```
if (n == 0) return 0 ;  
if (n == 1) return 1 ;  
return g(n-1) + g(n-2) ;  
});});
```

Formulasi ini masih tetap mempunyai kompleksitas eksponensial, tetapi kita bisa mengubahnya menjadi waktu linear hanya dengan mengubah kombinator *fixed-point* dengan membentuk *Ymem*, *memoizing* Kombinator-Y, yang bertugas untuk menjaga hasil komputasi yang di-*cache*, dan mengembalikan hasil pre-komputasi jika dibutuhkan. Peggalan kode berikut adalah hasil modifikasi Matthew Might yang ditulis dalam blok pribadinya.

```
function Ymem(F, cache) {  
  if (!cache)  
    cache = {} ; // bentuk cache baru  
  return function(arg) {  
    if (cache[arg])  
      return cache[arg] ; // jawaban dalam cache.  
    var answer = (F(function(n){  
      return (Ymem(F,cache))(n);  
    }))(arg) ; // hitung jawaban  
    cache[arg] = answer ; // cache jawaban  
    return answer ;  
  } ;  
}  
  
var fib = Ymem(function (g) { return (function (n) {  
  if (n == 0) return 0 ;  
  if (n == 1) return 1 ;  
  return g(n-1) + g(n-2) ;  
}); });
```

```
document.getElementById("result2").innerHTML = fib(100) ;
```

Fungsi utama *Ymem* adalah menerima fungsional (opsional) *cache* hasil serta mengembalikan *fixed-point* fungsional yang merupakan *cache* hasil sementara. Untuk itu ada dua tugas yang ditangani oleh *Ymem* yaitu pertama *Ymem* hanya bekerja untuk fungsi dengan satu argumen tapi hal ini dapat diatasi dengan aplikasi *JavaScript* dan menggunakan *tree-like cache* dan kedua *Ymem* hanya bekerja untuk nilai argumen yang dapat diberi indeks seperti bilangan dan *string*, tetapi dapat dikembangkan dengan memasok nilai argumen komparator sehingga dapat menggunakan *sorted tree* untuk *cache*. Hasil akhir peggalan kode ini adalah bilangan Fibonacci ke-100 sebesar 354224848179262000000 yang dihitung dalam waktu sekejap sedangkan versi aslinya membutuhkan waktu yang diestimasi melampaui umur dari alam semesta.

## V. SIMPULAN

Aplikasi praktis dari teori ini adalah fungsi rekursif yang disajikan sebagai *fixed-point* memungkinkan penggunaan *memoizing fixed-point* kombinator. Pendekatan kombinator ke

fungsi rekursif memungkinkan *caching* ke pemanggilan internal fungsi rekursif dapat dilakukan secara otomatis. Pendekatan ini bekerja sangat baik jika hasil dari pengiriman himpunan parameter dan nilai ke fungsi akan selalu menghasilkan nilai yang sama yaitu masukan yang sama dengan keluarannya. Ia tidak dapat diaplikasikan untuk kasus di luar itu. Selain itu ia juga sangat bermanfaat untuk menggambar bentuk yang sangat kompleks seperti pohon dan *fractal* di kanvas sehingga utilitasnya kerap kali melampaui imajinasi kita. Meskipun metode ini secara signifikan dapat mengurangi waktu eksekusi tetapi ada catatan penting yang layak untuk diperhatikan. Dalam prakteknya Kombinator-Y hanya bermanfaat pada bahasa-bahasa fungsional yaitu bahasa yang menerapkan strategi *call-by-name* karena (Y g) divergen untuk sembarang nilai g pada bahasa-bahasa imperatif yang berorientasi pada *call-by-value*. Metode ini diklaim sulit karena basisnya adalah bahasa fungsional yang identik dengan  $\lambda$ - kalkulus dan memahami  $\lambda$ -kalkulus dalam waktu singkat tentulah tidak mudah bagi kita yang sudah terbiasa menggunakan aljabar kalkulus. Karena itu muncul pertanyaan menarik : mungkinkah kita bisa melakukan *memoizing* fungsi rekursif tanpa menggunakan pendekatan  $\lambda$ - kalkulus.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini adalah pengembangan dari artikel yang ditulis disuatu blog oleh Matthew Might karena itu sudah selayaknya ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya berikan pada beliau. Tanpa artikel beliau artikel ini tidak akan pernah ada. Kedua, saya ucapkan terima kasih kepada Panitia Semantics 2012 SOCS Binus University khususnya kepada Sdr. Dr Widodo Budiharto, dan Sdr Michael Yoseph Ricky yang terus mendorong saya dengan sejumlah sarannya untuk menyelesaikan penulisan artikel ini berdasarkan format yang sudah disepakati. Terakhir kepada semua sivitas akademika Binus University saya ucapkan terima kasih atas kerja sama dan dukungannya baik langsung maupun tidak langsung. **I AM PROUD AS BINUSIAN.**

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J.R. Shoenfield. "Recursion Theory". 2<sup>nd</sup>. A K Peters Ltd. ISBN 1-56881-149-7. 2004
- [2] B. Hoffman, "Term Rewriting with Sharing and Memoization," *Algebraic and Logic Programming: Third International Conference, Proceedings*, H. Kirchner and G. Levi (eds.), 1992. pp. 128-142, Italy
- [3] D. Michie, "Memo Functions and Machine Learning," *Nature*, No. 218, pp. 19-22.
- [4] M. Goldberg, "On the Recursive Enumerability of Fixed-Point Combinators". BRICS, Department of Computer Science, University of Aarhus, Denmark, Report Series. RS-05-1. ISSN 0909-0878. 2005
- [5] Haskell mailing list thread. "How to define Y combinatory in Haskell", 15 Sep 2006
- [6] T. Nash, "Accelerated C# 2008", Apress, ISBN 1590598733, 2007, pp. 462-463.

- [7] D.M.R. Park, "*The Y-combinator in Scott's lambda-calculus models*". Technical Report No. 13, Department of Computer Science, University of Warwick, Coventry, UK. 1976.
- [8] C.P. Wadsworth. "Semantics and pragmatics of the lambda calculus". Ph. D dissertation. Programming Research Group, Oxford Univ., Oxford, UK. 1971
- [9] D.A.Turner, "A new implementation technique for applicative languages.". *Soft. Pract. Exper*, 9 (1): 1979. 31-49.
- [10] W. Farmer, J. Ramsdell , R. Watro R. "A correctness proof for combinator reduction with cycles." *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*. 12 (1): 1995, pp. 123-134.
- [11] S. Stefanov, "JavaScript Patterns". O'Reilly Media. Inc. ISBN : 978-0-596-80675-0. 2010, pp.76-86.
- [12] M.Vanier. "The Y Combinator (Slight Return) or: How to Succeed at Recursion Without Really Recursing"

# Penerapan Strategi Bisnis Internet untuk Menciptakan Pengalaman Wow di Zappos.Com

Sartika Kurniali  
School of Information System  
BINUS University  
Jakarta, Indonesia  
SartikaKurniali@binus.edu

*Abstrak*—Zappos yang berbisnis menjual sepatu secara online (e-commerce) didirikan pada tahun 1999 di era dot com. Pendiri perusahaan awalnya ingin memberikan pilihan paling beragam kepada para konsumennya dengan menyediakan semua merek, gaya, ukuran, dan warna. Namun, kini mulai melebarkan lini produknya. Zappos mengorganisir semua aspek bisnisnya (termasuk merekrut budaya organisasi, call center, inventori, website, dan supply chain) untuk menyediakan layanan terbaik yang memberi efek "wow" kepada setiap pihak yang berinteraksi dengan perusahaan, dari konsumen, karyawan, dan perusahaan mitra. Zappos tumbuh pesat dan pada tahun 2008 penjualan bersihnya (setelah dikurangi pengembalian konsumen) sekitar \$650 juta. Meskipun begitu, Zappos juga mengalami masa sulit resesi. Kasus ini memaparkan bagaimana kompetensi inti dari sebuah perusahaan e-commerce yang mengalami kesuksesan awal dengan cepat ini bisa terus bertahan gemilang. Dengan tetap mengandalkan budaya organisasi dan pelayanan konsumen yang merupakan investasi jangka panjang dan relatif lebih mahal dibanding pendekatan konvensional lain yang cenderung memangkas biaya.

*Keywords: e-commerce, pemasaran internet, budaya organisasi, pelayanan konsumen*

## I. PENDAHULUAN

Zappos telah lama memutuskan bahwa mereka tidak berbisnis retail sepatu, pakaian atau bahkan retail online. Mereka memutuskan untuk membangun mereknya tentang pelayanan konsumen dan pengalaman konsumen terbaik. Fitur seperti pengiriman gratis, pengiriman pengembalian barang gratis, dan peraturan 365 hari untuk pengembalian barang adalah beberapa hal yang mereka lakukan.

Disadari untuk membangun sebuah merek tidak bisa instan dan Zappos melakukannya dengan pendekatan jangka panjang dengan membangun budaya organisasi. Kepercayaan yang dianut adalah ketika budaya organisasi diterapkan dengan benar, kebanyakan hal lain, seperti pelayanan konsumen, membangun merek hebat dalam jangka panjang, karyawan dan konsumen yang fanatik akan terjadi dengan sendirinya.

Walau dampak terhadap merek akan lebih lambat dibanding budaya organisasi, pada akhirnya akan terlihat.

Budaya Anda adalah merek Anda. Jadi, bagaimana Zappos membangun dan mempertahankan budayanya? Dimulai dari proses seleksi karyawan yang berbeda dari umumnya. Training pelayanan konsumen yang mutlak bagi semua level karyawan dan membayar karyawan untuk berhenti pada training. Zappos juga bahkan membukukan budaya organisasinya dan membagikan ilmu dan pengalaman mereka.

Pendekatan yang dilakukan Zappos tidak murah, cepat terlihat hasilnya, dan terkesan berani karena menghabiskan biaya yang lebih tinggi bagi perusahaan. Namun, konsistensi fokus terhadap konsumen dengan didukung teknologi yang dilakukan Zappos ternyata membuahkan hasil. Tidak hanya dibuktikan lewat laporan finansial mereka, tetapi menjadi salah satu perusahaan tempat terbaik untuk bekerja, berhasil melewati resesi, dan bahkan memikat raksasa dot com, Amazon.

## II. KONSEP ZAPPOS.COM

Bermula di tahun 1999 ketika, Nick Swinmurn berkeliling di sebuah mal di San Francisco mencari sepasang sepatu. Sebuah toko yang dia datangi memiliki sepatu yang gayanya pas, tapi tak punya warna yang sesuai dengan selernya. Toko lain yang dia datangi punya warna yang pas, tapi tak memiliki ukuran yang sesuai dengan kakinya. Nick terus mencari sepatu yang dia inginkan di mal itu, dari satu toko ke toko lainnya. Menghabiskan beberapa jam, ia memutuskan pulang saja dengan tangan hampa dan kesal.

Di rumahnya, Nick membuka Internet dan mencoba mencari toko yang menjual sepatu secara online. Fakta menarik yang dia temukan, tak ada toko ritel online yang berspesialisasi di bisnis sepatu walau banyak orang perorangan yang menjualnya. Singkat cerita, Nick pun memutuskan keluar dari pekerjaannya dan membuka sebuah toko ritel online yang khusus menjual sepatu yang diberi nama Zappos ([www.zappos.com](http://www.zappos.com)). baik dari segi merek, gaya, warna maupun ukuran.

Zappos saat ini ingin menjadi sebuah perusahaan yang menyediakan layanan terbaik online, tidak hanya sepatu, tetapi apapun. Meskipun telah merasuk hanya sekitar 3 persen dari pasar AS untuk sepatu. Dengan stok lebih dari 3 juta barang, tidak lagi hanya sepatu, tetapi juga berbagai produk fashion

lain dalam berbagai kategori, mulai dari sandal, boot, tas tangan, pakaian, jam tangan, kacamata, aksesoris, bahkan produk elektronik dan peralatan rumah tangga. Lebih dari 1.000 merek yang ditawarkan dengan lebih dari 150 ribu gaya. Konsumennya tercatat sekitar 7,4 juta, dan hampir separuh dari mereka berbelanja dalam 12 bulan terakhir. Dan, omset perusahaan yang kini diperkuat sekitar ratusan karyawan ini telah melewati US\$ 1 miliar setahun.

Namun, sosok dibalik kesuksesan Zappos dari perusahaan start-up biasa menjadi peritel online besar adalah Tony Hsieh, lelaki yang kini berusia 35 tahun dan masih menjabat CEO Zappos. Sebelum direkrut sebagai eksekutif Zappos, Hsieh sudah menjadi jutawan di usia 24 tahun, setelah menjual perusahaan online advertising-nya yang bernama LinkExchange kepada Microsoft senilai US\$ 265 juta pada 1998. LinkExchange yang semula perusahaan dotcom kelas rumahan (dikelola dari apartemennya) berhasil dikembangkan menjadi perusahaan periklanan online yang mampu menggapai lebih dari separuh rumah tangga pengguna Internet di Amerika Serikat.

Hsieh adalah lulusan program BA bidang Computer Science dari Harvard University. Sebelum mendirikan LinkExchange, Hsieh bekerja sebagai software engineer di Oracle Corporation. Setelah sukses menjual LinkExchange dan menjadi jutawan muda, Hsieh kemudian mendirikan Venture Frogs, perusahaan inkubator dan investasi yang fokus mendanai perusahaan start-up berbasis Internet. Saat itulah ada voice mail yang masuk dari sesama wirausaha muda, Nick Swinmurn. "Nick meninggalkan pesan, bahwa dia hendak mendirikan perusahaan sepatu online. Saya saat itu tak bisa membayangkan orang mau membeli sepatu yang tidak dilihat secara fisik, dan Nick sendiri tak punya latar belakang di bisnis footwear ini," ungkap Hsieh mengengang.

Awalnya Hsieh tidak tertarik, tetapi kemudian Swinmurn memberitahukan suatu hal yang menarik baginya, bahwa besarnya bisnis ritel sepatu itu mencapai US\$ 40 miliar. Fakta lain yang menarik, 5% dari nilai transaksi tersebut dilakukan melalui pemesanan katalog lewat surat.

Hsieh lewat Venture Frogs kemudian bersedia menginvestasikan dana US\$ 1 juta di Zappos. Setelah menjabat Co-CEO bersama Swinmurn, pada 2000 ia menjadi CEO. Nick Swinmurn sendiri pada 2006 memutuskan hengkang dari Zappos untuk mendirikan perusahaan baru. Di tangan Hsieh, Zappos berhasil membangun kejayaannya hingga menjadi peritel online yang disegani. Tahun 2000, penjualan kotornya baru US\$ 1,6 juta, lalu melesat menjadi US\$ 600 juta pada 2006, naik lagi menjadi US\$ 800 juta di 2007, dan kini diperkirakan US\$ 1 miliar lebih.

Visi Zappos saat ini adalah:

- Suatu hari, 30% dari semua transaksi retail di Amerika akan dilakukan lewat internet
- Orang akan membeli dari perusahaan dengan layanan terbaik dan pilihan produk yang terbaik
- Zappos akan menjadi perusahaan itu

Tujuan mereka adalah memposisikan Zappos sebagai pemimpin di dunia layanan online. Menurut mereka jika

mereka berhasil membuat konsumen berpikir Zappos sama dengan layanan terbaik yang ada, mereka bisa mengembangkan bisnis menjadi produk apapun selain sepatu.

#### A. E-COMMERCE

E-Commerce adalah konsep baru yang menggambarkan proses pembelian dan penjualan atau pertukaran produk, jasa, dan informasi melalui jaringan komputer termasuk internet [9]. E-Commerce dapat diartikan secara dekat. Itu dapat dikatakan mencakup hanya transaksi bisnis yang disetujui dengan konsumen dan pemasok dan sering digambarkan sebagai bagian dari internet, mengingat tidak ada alternative lain untuk komunikasi. Ada tiga pilar elektronik yang menyokong proses-proses pasar terbuka yaitu: informasi elektronik, hubungan elektronik, dan transaksi elektronik [6].

#### B. PEMASARAN INTERNET

Pemasaran internet adalah penerapan internet dan teknologi digital yang berhubungan yang diterapkan berkaitan dengan komunikasi tradisional untuk mencapai tujuan pemasaran [2].

Pemasaran internet adalah proses membangun dan mempertahankan hubungan dengan konsumen melalui kegiatan online untuk memfasilitasi pertukaran ide-ide, produk-produk, dan layanan-layanan agar tercapainya tujuan dari kedua pihak [7]. Terdapat 5 komponen internet marketing, yaitu:

1. Proses  
Terdapat tujuh proses internet marketing yaitu, melihat kesempatan bisnis yang ada, menyusun strategi pemasaran, merancang pengalaman konsumen, membuat hubungan antar muka (interface) dengan konsumen, merancang aplikasi pemasaran, meningkatkan informasi konsumen melalui teknologi, dan evaluasi aplikasi pemasaran.
2. Membangun dan memelihara hubungan dengan konsumen  
Tujuan dari pemasaran adalah untuk membangun dan menjaga hubungan dengan konsumen agar bertahan lama. Tujuan dari internet marketing ini, tidak hanya sekedar membangun hubungan dengan konsumen secara online, namun membangun hubungan offline sebaik online. Jadi, program internet marketing berguna untuk memberikan kepuasan kepada konsumen yang menggunakan pelayanan baik secara online maupun offline.
3. Online  
Internet marketing berhubungan dengan sarana yang tersedia di dalam dunia internet.
4. Pertukaran  
Marketing offline maupun online mempunyai inti yang sama yaitu konsep pertukaran.
5. Kepuasan kedua belah pihak  
Dalam hal ini, kedua belah pihak harus merasa diuntungkan dalam pertukaran yang terjadi. Jika perusahaan tidak dapat memenuhi kewajiban keuangan kepada karyawan, pemasok, atau pemegang

saham maka pertukaran tersebut tidak seimbang. Konsumen senang, tetapi perusahaan tidak dapat menopang model penghasilannya. Kedua belah pihak harus merasa untung untuk pertukaran yang berkelanjutan.

Pemasaran merupakan kegiatan perorangan atau organisasi yang memudahkan dan mempercepat hubungan pertukaran yang memuaskan dalam lingkungan yang dinamis melalui penciptaan, pendistribusian, promosi dan penentuan harga barang, jasa, dan gagasan [6]. Pemasaran adalah proses perencanaan dan pelaksanaan suatu konsep penetapan harga, promosi, dan distribusi gagasan [3].

### C. BUDAYA ORGANISASI

Budaya mempunyai kekuatan yang penuh, berpengaruh pada individu dan kinerjanya bahkan terhadap lingkungan kerja [8][4]. Sedangkan elemen-elemen budaya organisasi atau perusahaan adalah nilai-nilai, kepercayaan-kepercayaan, pendapat-pendapat, sikap-sikap dan norma-norma [1].

### D. PELAYANAN KONSUMEN

Pelayanan konsumen yang bermutu tinggi membutuhkan investasi awal yang bila berjalan dengan baik dapat mengurangi biaya, karena biaya untuk memperbaiki kesalahan merupakan bagian nyata dari biaya operasi.

Konsumen setia membeli dengan sendirinya dan tidak perlu dibujuk untuk membeli dan biaya untuk menghasilkan pendapatan dari konsumen setia adalah lebih sedikit dari biaya untuk mendapatkan konsumen baru. Servis yang buruk merupakan alasan utama konsumen beralih. Servis bermutu berarti kebebasan lebih banyak dalam menetapkan harga, karena konsumen menghargai servis, responsif terhadap kebutuhan konsumen, jarang membuat kesalahan dan ketika membuat kesalahan berusaha memperbaikinya dengan seminimal mungkin menyusahkan konsumen.

Kesetiaan konsumen dan kesetiaan karyawan saling berhubungan dimana terdapat hubungan yang bersifat siklus, yaitu konsumen yang puas berarti sedikit konsumen yang beralih, sehingga menghasilkan profit yang lebih tinggi. Profit margin yang lebih tinggi ini akan meningkatkan kesejahteraan karyawan dan semakin sedikit karyawan yang pindah, sehingga meningkatkan kepuasan konsumen.

## III. MODEL BISNIS ZAPPOS.COM

Sedikit informasi tentang pasar sepatu di Amerika, ada \$40 miliar di tahun 1999, \$2 miliar dijual lewat pemesanan lewat surat dengan katalog. Survei yang dilakukan Zappos pada awalnya juga mengungkapkan bahkan 1 dari 3 konsumen telah membeli sepatu lewat pemesanan dengan katalog. Menyiratkan bahwa pasar untuk e-commerce bisa lebih besar dari \$2 miliar.

Pada penjualan sepatu konvensional, sekitar 1 dari 3 penjualan hilang karena konsumen tidak dapat menemukan ukuran sepatu yang pas. Toko konvensional memiliki inventori yang terbatas kapasitasnya. Olehnya karenanya juga membatasi jumlah merek, gaya per merek, dan jumlah ukuran yang bisa disediakan.

Melakukan e-commerce dengan penjualan lewat internet memiliki isu tersendiri. Terutama dengan produk yang mulanya dijual Zappos berupa sepatu. Zappos harus memiliki inventori produk yang memadai dan sesuai dengan koleksi produk yang ditampilkan pada websitenya. Ketika pembelian dilakukan pun dan setelah produk diterima oleh konsumen pun tidak berarti selesai. Ada kemungkinan konsumen tidak mendapatkan barang yang sesuai pesanan atau ukuran sepatu yang ternyata tidak cocok. Mekanisme pengembalian barang bisa memperumit transaksi yang terjadi. Zappos sendiri telah menguasai 3% dari pasar sepatu di Amerika sebagai pasar utama dan meluaskan pasar ke Kanada.

Inventori produk yang terlalu banyak juga akan menimbulkan biaya tersendiri. Padahal ketersediaan dan cepatnya pengiriman produk ke konsumen merupakan salah satu hal penting pada bisnis e-commerce. Koleksi produk mereka lebih dari 1200 merek dan lebih dari 200 ribu gaya. Zappos sendiri memiliki sebuah pusat inventori yang juga berfungsi sebagai satu-satunya outlet toko mereka. Selain daripada itu transaksi mereka beroperasi penuh di internet dan melalui call center. Didukung oleh semangat pelayanan yang berorientasi pada konsumen, Zappos memberikan kebijakan yang berbeda dibanding pesaingnya, seperti Shoebuy.com, Gap Piperlime, dan Endless.com. Hal-hal seperti pengiriman produk yang cepat, pengalaman konsumen yang baik, pengiriman gratis, biaya pengembalian barang gratis, dan barang boleh dikembalikan dalam 365 hari menjanjikan pengalaman berbelanja online yang terbaik.

Jumlah karyawan Zappos sendiri sedikit. Setidaknya ada 1400 orang yang terbagi antara kantor pusat di Las Vegas dan bagian inventori di Kentucky. Dengan budaya organisasi yang baik Zappos berhasil debut di nomor 23 peringkat 100 besar tempat untuk bekerja terbaik majalah Fortune yang merupakan peringkat tertinggi untuk pendatang baru di tahun 2009.

### A. Procurement, Logistik dan Operasional

Segala upaya dikerahkan Zappos untuk menghadirkan pelayanan konsumen terbaik. Antara lain, untuk mengontrol semua siklus layanan konsumen ini. Hsieh menempatkan call center di lokasi yang sama dengan kantor pusat Zappos, yakni di Las Vegas. Begitu pula, sistem TI canggih yang diterapkan dimaksud untuk memancarkan standar layanan berorientasi konsumen. "Dari sudut pandang teknologi, kami memiliki sebuah sistem manajemen inventori, sebuah sistem inventori, dan sekaligus sebuah sistem e-commerce," papar Brent Cromley, Direktur Pengembangan Zappos. Hal-hal yang berkaitan dengan proses ini tidak ada yang di outsource.

Sistem yang dimaksud bernama Genghis. "Sejarah semua barang tersimpan dalam sistem ini," kata Cromley. Misalnya, kita bisa tahu produk yang dipindai tiga tahun lalu, siapa yang membeli, berapa kali sempat dikembalikan, dan sebagainya. Dengannya pula, pengguna bisa melacak inventori untuk misalnya, tiga pasang Clarks Desert Boots berukuran 12 yang tersedia dalam warna abu-abu. Sistem besar ini sendiri dibangun di atas Linux, dan untuk menciptakannya kembali diperkirakan butuh biaya US\$ jutaan.

Buat para karyawan Zappos, sistem Genghis siap mengirimkan e-mail harian, baik untuk memanggil kembali para konsumen, mengkoordinasikan sistem robot pergudangan, maupun menghasilkan laporan yang secara spesifik menilai dampak margin keuntungan suatu barang yang dijual.

Meskipun kantor pusat Zappos beradar di Henderson, Nevada, pusat inventornya berada di Shepherdsville, Kentucky karena lokasi tersebut memudahkan mereka untuk menjangkau konsumen dengan lebih cepat. Pusat inventori ini berdiri tahun 2001 di atas 50 ribu kaki persegi. Banyak sumber daya dan biaya yang dikeluarkan untuk fasilitas ini. Dengan adanya pusat inventori kedua juga telah menambahkan luas menjadi 1 juta kaki persegi Pusat inventori kurang lebih bisa menampung 4 juta pasang sepatu dan segala di dalamnya.

Setiap pagi, banyak truk akan datang untuk mengantarkan produk dari berbagai vendor. Setiap hari juga sekitar 10 ribuan produk akan diproses. Untuk menempatkan produk pada website diperlukan display produk yang baik. Oleh karenanya, tim fotografer Zappos mengambil foto dari setiap produk yang diterima. Foto diambil dari setidaknya 6 sisi yang berbeda untuk memastikan konsumen dapat melihat dengan jelas produk.

Begitu lengkapnya koleksi foto tersebut, terutama sepatu bahkan telah menarik minat tim forensik polisi federal (FBI) yang memerlukan data tersebut untuk melacak kriminal. Zappos bahkan membuatkan web tersendiri untuk keperluan ini yang disebut Sole Search.

Di pusat inventornya, beragam palet, keranjang, dan barang pesanan diangkat dan dipindahkan oleh sejumlah armada robot. Tak ada forklif atau petugas manusia yang melakukan hal itu. "Kami selalu mencari cara meningkatkan efisiensi inventori, tapi tampaknya tak ada yang lebih mengesankan seperti robot-robot Kiva," ucap Hsieh seraya tertawa. Kiva Mobile Fulfilment System memang baru diimplementasikan pada manajemen inventornya.

Zappos secara fisik menyimpan semua barang yang dijual di gudangnya. Strategi ini membedakannya dari sebagian peritel online yang memasarkan semua barang di website-nya, walaupun ternyata tak tersedia di inventornya. Cara seperti ini memang mahal. Namun, dengan pola seperti ini, Zappos tak perlu menunggu kiriman barang dari vendor sehingga bisa dengan cepat memenuhi order konsumen – meskipun tentunya masih tergantung pada kecepatan jasa kurir mitranya seperti UPS, USPS, dan FedEx.

Produk baru yang selesai diproses diletakkan di rak dan akan langsung tersedia untuk dijual pada Zappos. Pusat inventori dan call center beroperasi 24 jam setiap hari untuk memproses dan mengirimkan pesanan ke konsumen secepat mungkin. Setiap pesanan dipaketkan dan disegel untuk pengiriman. Pentingnya memproses pesanan tepat waktu dan akurat telah menjadi kegiatan sehari-hari untuk memberikan pelayanan konsumen yang luar biasa. Semangat ini lah yang membedakan mereka dari para pesaing.

#### B. Pemasaran

Zappos tidak banyak menghabiskan biaya untuk memasang iklan. Bukan berarti mereka tidak beriklan sama sekali. Biaya

iklan dihabiskan 86% di internet dan 15% untuk media cetak. Zappos juga menyediakan anggaran iklan yang relatif kecil (tahun lalu sekitar US\$ 18 juta). Sedangkan konsumen baru mendengar tentang Zappos sebanyak 44% dari internet, 43% dari mulut ke mulut, dan 13% dari lain-lain. Penjualan yang terjadi sekitar 75% dari konsumen yang kembali dan pesanan dari konsumen sebelumnya ini >2,5 kali pada 12 bulan mendatang. Konsumen yang datang kembali semakin banyak dan memesan lebih sering, sebanyak \$111.98 juta konsumen pertama di Q406 dan \$143.22 juta konsumen yang datang kembali di Q406.

Di sisi front end, Zappos juga memanfaatkan aplikasi Google Product Search. Pihak Google Inc. mengklaim, berkat penggunaan aplikasi ini, ada peningkatan lalu lintas data di Zappos hingga 400% dan peningkatan ROI 11%. "Zappos memang telah memiliki kapabilitas sistem pencarian (data produk) yang luar biasa. Dengan beberapa klik saja konsumen bisa menemukan produk yang pas secara cepat," kata Gene Alvarez, VP Riset Gartner Group (dan mantan karyawan perusahaan raksasa sepatu Nine West Group), mengakui.

Pembagian segmen produk di Zappos pun beragam dengan desain web yang berbeda pula mengikuti gaya produk yang dijual. Selain web utamanya ada pembagian ke bagian perlengkapan berlari, perlengkapan di luar ruangan, berkendara, dan merambah pasar menengah ke atas dengan couture yang menyediakan produk bermerek.

Zappos juga mendorong penggunaan media sosial Twitter. Mereka bahkan mendedikasikan satu bagian tersendiri untuk menampilkan hasil tweet dari karyawan-karyawannya. Penggunaan twitter ini telah menarik banyak perhatian media, tetapi menurut Hsieh hal ini dilakukan bukan untuk mengejar keuntungan. Hsieh sendiri bersedia menerima pesanan lewat Twitter. Tujuan utamanya adalah berhubungan dengan konsumennya. Untuk Zappos, hal ini berarti membiarkan dunia tahu bahwa ada orang-orang sungguhan di belakang merek online ini.

Konsumen juga bisa mengenal lebih dalam tentang Zappos lewat buku tentang budaya organisasi di Zappos yang diterbitkan setiap tahunnya. Buku ini berisi cerita dari para karyawannya mengenai sepuluh nilai utama perusahaan dan tidak mengalami tahap editing. Apapun yang dituliskan di sana adalah jujur dan transparan, baik ataupun buruk.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

"Kami lebih suka membelanjakan uang untuk meningkatkan kualitas pengalaman konsumen ketimbang untuk program pemasaran," ujar Hsieh tandas. Rumusannya, Zappos berusaha menyediakan pelayanan konsumen yang hebat, dan membuat online experience bagi konsumen senyaman mungkin. Komitmen ini ditegaskan sebagai keputusan korporasi pada Maret 2003. "Kami melihat setiap pengeluaran yang bisa memperbaiki pengalaman bagi konsumen sebagai bagian dari biaya pemasaran, karena menghasilkan lebih banyak konsumen yang datang kembali melalui mekanisme mulut ke mulut," papar Hsieh. Repeat sales menyumbang 75% dari revenue-nya.

Etos untuk menyediakan pengalaman bagi konsumen terbaik juga tercermin dari upaya Zappos dalam merekrut karyawan. Semua Zapposians – sebutan untuk karyawan Zappos – ketika hendak direkrut harus melewati dua tahapan wawancara yang ketat. Hal ini dimaksudkan untuk mengukur sejauh mana skill mereka dan apakah mereka cocok dengan budaya Zappos (yang dirumuskan dalam 10 nilai utama Zappos, yaitu:

1. *Deliver WOW Through Service*
2. *Embrace and Drive Change*
3. *Create Fun and A Little Weirdness*
4. *Be Adventurous, Creative, and Open-Minded*
5. *Pursue Growth and Learning*
6. *Build Open and Honest Relationships With Communication*
7. *Build a Positive Team and Family Spirit*
8. *Do More With Less*
9. *Be Passionate and Determined*
10. *Be Humble*

Ketika mereka telah memasuki gerbang Zappos, tak peduli ditempatkan di departemen mana, mereka diharuskan mengikuti pelatihan kerja selama empat minggu, termasuk di call center Zappos (Las Vegas) dan di pergudangannya (Kentucky). Yang unik begitu selesai masa pelatihan, mereka ditawarkan uang sebesar US\$ 2 ribu untuk meninggalkan Zappos. Apa maksudnya? Rupanya ini semacam tes untuk mengetahui apakah mereka benar-benar loyal pada perusahaan. “Ini cara terbaik untuk tahu dengan segera apabila mereka ternyata tidak cocok dengan visi dan kultur kami,” kata Hsieh menandakan. “Zappos tampaknya yakin, bahwa dalam jangka panjang, dengan diperkuat para karyawan yang bahagia, mereka bisa memperoleh keuntungan yang lebih besar,” tulis Stephen Nold, seorang pengamat bisnis teknologi dalam blognya.

“Saya memang merasa bangga menjadi bagian dari perusahaan ini,” komentar Laura T., karyawan Zappos sejak Mei 2005. “Kultur Zappos itu menyengat, seperti listrik,” kata Jon J., karyawan Zappos sejak 2004. Nilai utama perusahaan Zappos adalah:

“Kami memang menghabiskan banyak energi dalam merencanakan dan melatih karyawan, sebagaimana mereka melakukan itu dalam kegiatan media,” kata Brian Kalma, Direktur Creative Service/Brand Management Zappos. “Dengan langkah itu, kami merasa nyaman, bahwa setiap karyawan bisa menjadi direct contact buat konsumen. Setiap orang juga bisa menjadi kendaraan iklan. Bayangkan saja, ada ribuan telepon sehari, lalu kalikan dengan 365 hari, itu angka kontak yang tinggi dengan konsumen kami,” ia memaparkan.

Hasil berbagai upaya menjunjung tinggi sisi pelayanan konsumen ini memang luar biasa. Kalau kita masuk ke website-nya, kita bukan hanya menemukan testimoni dari konsumen yang puas dengan layanan Zappos, tapi juga banyak yang sukarela mengirimkan customer’s review terhadap produk yang dijual Zappos. Lalu, kalau dihubungkan dengan

sumbangannya ke pundi-pundi Zappos, sekitar 60% konsumen Zappos merupakan repeat customer dan 75% revenue juga berasal dari repeat sales. Dan, yang menarik, repeat customer ini ternyata membelanjakan uang lebih banyak pada kesempatan kedua dan selanjutnya.

Selain praktik yang tidak biasa dalam rekrutmen karyawan, Zappos juga punya pendekatan bisnis lain yang cukup unik, yakni menggratiskan semua pengiriman barang pesanan (di wilayah AS) dan menerapkan kebijakan barang boleh dikembalikan dalam 365 hari (365 days return policy). “Kesemua paket ini dimaksudkan untuk membangun reputasi dan merek kami,” Hsieh menandakan.

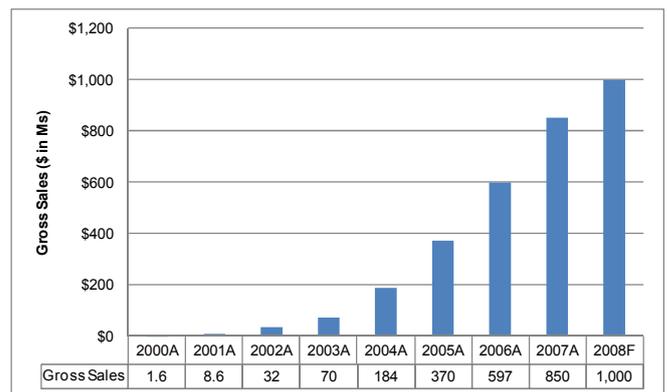
Zappos juga menggunakan sebuah blog yang disebut Zappos.com Culture Blog sebagai sarana komunikasi antar manajemen senior dan karyawannya dan mendokumentasikan peristiwa berhubungan dengan budaya organisasi ataupun perusahaan yang terjadi.

Banyak orang yang bertanya tentang hal-hal apa yang menginspirasi budaya di Zappos membuat mereka juga menawarkan menjual koleksi buku apa saja yang ada di perpustakaan perusahaan lewat Zappos.com Library. Ini merupakan salah satu cara mereka lagi untuk berbagi budaya mereka dengan orang lain. Hal ini juga membuat karyawan bisa mempraktekkan nilai utama nomor 5, yaitu mengejar pertumbuhan dan belajar.

Zappos juga menjual merchandise mereka untuk menunjukkan kecintaan terhadap budaya dan semangat Zappos lewat Zappos.com Gear.

Tabel 1 menunjukkan rangkuman hal-hal yang dilakukan Zappos.com untuk menciptakan pengalaman konsumen yang luar biasa tersebut.

Semuanya ini telah membawa kesuksesan bagi Zappos, dengan jumlah penjualan kotor yang terus meningkat mulai dari pendirian sampai tahun 2008. Tahun 2008, penjualan kotor bahkan menembus angka \$1 miliar yang merupakan target tahun 2010 seperti yang ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Grafik Penjualan Kotor Zappos.com

Dengan semua hal itu, Zappos tetap menyediakan suasana kekeluargaan untuk karyawannya. Keuntungan bagi karyawan termasuk asuransi kesehatan penuh, makanan gratis, mesin penjual makanan, dikon bagi karyawan, teman, dan keluarga

sehingga tetap menjadi tempat yang menyenangkan untuk bekerja.

TABEL I. CARA ZAPPOS.COM MEMBERIKAN PENGALAMAN KONSUMEN YANG LUAR BIASA

Lihat	Alami	Rasakan
<b>Yang konsumen lihat ketika masuk ke web Zappos.com</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pilihan yang beragam</li> <li>Navigasi web yang mudah</li> <li>Nomor layanan telepon 24/7 di setiap halaman</li> <li>Pengiriman gratis</li> <li>Pengiriman pengembalian gratis</li> <li>barang boleh dikembalikan dalam 365 hari</li> </ul>	<b>Yang dialami konsumen setelah memesan</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>proses pemesanan cepat dan akurat</li> <li>banyak konsumen terkejut dengan pengiriman 1 hari yang diberikan walau mereka tidak membayarnya</li> <li>pelayanan konsumen yang ramah, membantu dan di atas pelayanan konsumen lainnya</li> <li>terkadang mengarahkan konsumen ke website pesaing jika produk yang dicari tidak tersedia di Zappos.com</li> </ul>	<b>Yang dilakukan Zappos untuk tetap memiliki hubungan emosional personal</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>mengelola Call Center berbeda</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>tidak ada pembatasan waktu telepon</li> <li>tidak ada target penjualan untuk setiap staffnya</li> <li>tidak ada naskah karena langsung berbicara dengan orang sungguhan</li> </ul> </li> <li><b>mengelola inventori berbeda</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>inventori beroperasi 24/7</li> <li>inventori semua produk yang dijual</li> </ul> </li> <li><b>mengelola budaya berbeda</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>wawancara dan review kinerja 50% berdasarkan nilai utama perusahaan dan budayanya</li> <li>pelatihan budaya organisasi, pelayanan konsumen, dan inventori untuk semua level karyawan</li> <li>menawarkan \$2,000 untuk peserta training agar berhenti</li> <li>buku budaya organisasi</li> </ul> </li> </ul>

“Zappos itu Amazon-nya bisnis sepatu, dan model bisnisnya susah untuk ditiru,” kata Gene Alvarez memuji. “Ia

memang tidak kebal kompetisi, tapi sudah berhasil memasang palang yang tinggi.”

Walau ada pihak yang mengingatkan Zappos mengenai struktur biayanya yang tinggi dalam menyediakan sistem inventori yang canggih, layanan konsumen yang hebat dan penggratisan biaya pengiriman barang, dikaitkan dengan situasi krisis ekonomi saat ini. Alasannya, daya beli konsumen juga akan turun. “Hal-hal yang membuat Zappos hebat, bisa menjadi tidak hebat lagi dalam iklim seperti sekarang,” ujar Sucharita Mulpuru, analis ritel dari Forrester Research, seperti dikutip E-Commerce Times. “Apabila mereka bisa mengarahkan interaksi dengan konsumen menjadi aktivitas yang menguntungkan, mereka akan baik-baik saja,” katanya.

Peringatan itu memang patut diperhatikan. Buktinya, November 2008, atas arahan salah satu investornya, Sequoia Capital, Zappos terpaksa melakukan PHK 8% stafnya. Alasannya memang karena tekanan krisis. Toh, cara Zappos menangani masalah ini cukup elegan. Hsieh memanfaatkan Twitter – yang diikuti secara reguler oleh lebih dari 400 karyawan Zappos – guna menjelaskan alasan PHK itu. Buat mereka yang terkena PHK, Zappos memberi pesangon tiga bulan gaji plus 6 bulan benefit standar COBRA.

Mulpuru mengakui Zappos tak akan jatuh tiba-tiba karena situasi krisis seperti ini. “Mereka punya merek yang kuat di dunia e-commerce dan konsumen mencintai mereka,” katanya.

Ide kreatif pada perusahaan ini terus muncul. Pada akhir 2008, perusahaan ini baru saja melebarkan sayap bisnisnya, tetapi kali ini dengan meluncurkan unit bisnis consulting service dengan nama Zappos Insight. Apa alasannya? Rupanya Zappos ingin berbagi ilmu kepada perusahaan-perusahaan yang ingin belajar dari mereka, khususnya dalam mengelola konsumen. Perusahaan yang berminat menyerap ilmu The Zappos Way lewat serial materi video cukup berlangganan US\$ 39,95 per bulan.

Walau begitu, strategi bisnis Zappos tidak berubah. Sejak tahun 2005 Zappos telah melakukan investasi untuk budaya perusahaan, dengan keyakinan bahwa pada akhirnya budaya akan mendorong produktivitas karyawan, kualitas pelayanan pelanggan, dan kekuatan merek.

Sedangkan visi Zappos adalah memberikan kebahagiaan kepada pelanggan, karyawan, dan pemasok. Hal ini dicapai melalui 4C, yaitu pakaian, pelayanan pelanggan, budaya, dan komunitas (*Clothing, Customer Service, Culture, Community*).

## V. SIMPULAN DAN SARAN

Pertumbuhan yang dialami Zappos dikarenakan pelayanan konsumen luar biasa ditawarkan. Dengan pelayanan konsumen yang baik, laba mengikuti sehingga mereka lebih banyak memaksimalkan layanan yang disediakan.

Tidak hanya melayani konsumennya, tetapi juga para karyawan. Zappos menaungi karyawannya dengan memberikan suasana kerja yang menyenangkan disertai keuntungan lain bagi karyawan. Dengan suasana budaya organisasi yang kental semua karyawan yang ada di Zappos juga berorientasi untuk memberikan yang terbaik kepada konsumennya.

Salah satu alasan yang mendukung Zappos melewati masa-masa krisis resesi adalah pada saat hal itu terjadi mereka telah mencapai titik pengembalian atas investasi berorientasi terhadap konsumennya yang mahal. Mereka sudah memiliki kekuatan merek dan konsumen yang setia. Tidak dipungkiri keadaan tetap buruk bagi mereka sehingga harus melakukan perampingan karyawan.

Pertanyaan besar adalah ketika sekarang Amazon mengakuisisi Zappos dengan nilai sebesar \$850 juta, akankah mereka tetap sama? Berdasarkan kesepakatan memang Zappos akan tetap independen dan Amazon akan mencari jalan bagaimana mengintegrasikan produk, merek, dan budaya Zappos ke dalam bisnis mereka.

Namun, apakah kemudian hari akan berjalan seperti yang dijanjikan? Belum lagi Amazon sendiri memiliki Endless.com, sebuah toko sepatu online yang juga kalah dari Zappos. Amazon juga menyatakan bahwa mereka tidak akan menutup dan akan terus berinvestasi di Endless yang juga menjual tas. Tentunya akan membingungkan jika terdapat dua perusahaan yang bergerak di bidang yang sama tanpa perbedaan yang jelas.

Akuisisi yang dilakukan Amazon didasarkan oleh alasan-alasan berikut ini:

1. Zappos memiliki banyak potensi pertumbuhan
2. Zappos memiliki budaya yang unik yang telah membuahkan kesuksesannya. Hal ini merupakan tidak mudah ditiru oleh perusahaan manapun, termasuk Amazon
3. Zappos terkenal untuk pelayanan konsumen yang hebat. Amazon menganggapnya sebagai aset untuk masa depan
4. Amazon membeli buying Zappos untuk orang-orangnya, kepemimpinan dan para karyawannya

Sementara itu, tanggapan dari Zappos menurut Hsieh adalah Zappos senang dengan akuisisi ini karena alasan berikut ini:

1. Ada kesempatan besar untuk Zappos untuk mempercepat pertumbuhan dari merek dan budaya Zappos, dan Amazon adalah rekan terbaik untuk mencapai hal itu lebih cepat
2. Amazon mendukung Zappos dalam melanjutkan visi sebagai entitas independen di bawah merek Zappos dan budaya Zappos yang unik
3. Kami ingin menyelaraskan diri dengan para pemegang saham dan rekanan yang berpikir jangka panjang (seperti yang biasanya dilakukan di Zappos). Dan juga melakukan apa yang menjadi keuntungan terbaik bagi para pemegang saham dan investor.

Jika nanti akuisisi ini merusak budaya organisasi dan merubah fokus berorientasi konsumen Zappos, hal ini akan menjadi kerugian besar. Karena apa yang selama ini menjadi kekuatan mereka bisa hilang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Buchanan, David; Hucznski, Andrzej, 1997, *Organizational Behavior an Introductory Text*. Third Edition, Europe : Prentice Hall.
- [2] Chaffey, Dave; et al. 2006. *Internet Marketing*. Pearson Education. Prentice Hall, London.
- [3] Kotler, Philip, 2003, *Marketing Management*, Eleventh Edition. Prantice Hall, New Jersey.
- [4] Kotter, Jhon P. and Heskett, James L., 1992, *Corporate Culture and Performance*, New York: The Free Press, A Division of Mac Millan, Inc.
- [5] Marks, Michael, Hau Lee and David W. Hoyt. Zappos.com: Developing a Supply Chain to Deliver WOW!. *Harvard Business Review*
- [6] Mcleod, Raymond, 1998, *Management Information System. Seventh Edition*. Prentice Hall, New Jersey.
- [7] Mohammed, Rafi A., Robert J. Fisher, Bernard J. Jaworski dan Gordon J. Paddison, 2003, *Internet Marketing: Building Advantage In A Networked Economy*, Second Edition. McGraw-Hill, New York.
- [8] Molenaar, Keith, 2002, *Corpoarte Culture, a Study of Firm With Outstanding Consideration Safety*. *Prosesional Safety* pp 18-27
- [9] Turban, Efraim, et al, 2000, *Electronic Commerce : A Managerial Perspective*. Prentice-Hall Inc, USA